Diana Puspita
Iip Rohima

Diana Puspita
Iip Rohima

alam sekitar IPA TERPADU

untuk SMP/MTs kelas VIII

alam sekitar IPA TERPADU untuk SMP/MTs kelas VIII

VIII

Diana Puspita
Iip Rohima

alam sekitar IPA TERPADU

untuk SMP/MTs kelas VIII

Alam Sekitar

IPA Terpadu untuk SMP/MTs kelas VIII

Penulis : Diana Puspita
Iip Rohima

Penyunting : Akfen Efendi

Penata Letak : Wahditamam M E

Desain Sampul : Irfansyah

Ukuran Buku : 17,6 x 25 cm

507
DIA DIANA, Puspita
a Alam Sekitar IPA Terpadu : untuk SMP/MTs Kelas VIII / penulis, Diana Puspita, Iip Rohima : penyunting, Akfen Efendi . -- Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, 2009.
x, 277 hlm, : ilus. ; 25 cm
Bibliografi : hlm. 274
Indeks
ISBN 978-979-068-768-4 (no. jilid lengkap)
ISBN 978-979-068-770-7
1. Sains-Studi dan Pengajaran I. Judul
II. Iip Rohima III. Akfen Efendi

Buku ini Diterbitkan oleh Pusat Perbukuan
Departemen Pendidikan Nasional
Tahun 2009

Diperbanyak oleh......

Kata Sambutan

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya, Pemerintah, dalam hal ini, Departemen Pendidikan Nasional, pada tahun 2009, telah membeli hak cipta buku teks pelajaran ini dari penulis/penerbit untuk disebarluaskan kepada masyarakat melalui situs internet (*website*) Jaringan Pendidikan Nasional.

Buku teks pelajaran ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan dan telah ditetapkan sebagai buku teks pelajaran yang memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 9 Tahun 2009 tanggal 12 Februari 2009.

Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada para penulis/penerbit yang telah berkenan mengalihkan hak cipta karyanya kepada Departemen Pendidikan Nasional untuk digunakan secara luas oleh para siswa dan guru di seluruh Indonesia.

Buku-buku teks pelajaran yang telah dialihkan hak ciptanya kepada Departemen Pendidikan Nasional ini, dapat diunduh (*down load*), digandakan, dicetak, dialihmediakan, atau difotokopi oleh masyarakat. Namun, untuk penggandaan yang bersifat komersial harga penjualannya harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah. Diharapkan bahwa buku teks pelajaran ini akan lebih mudah diakses sehingga siswa dan guru di seluruh Indonesia maupun sekolah Indonesia yang berada di luar negeri dapat memanfaatkan sumber belajar ini.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Kepada para siswa kami ucapkan selamat belajar dan manfaatkanlah buku ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan.

Jakarta, Juni 2009

Kepala Pusat Perbukuan

Kata Pengantar

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, sebagai pencipta dan pemelihara alam semesta, karena berkat rahmat dan hidayahNya kami dapat menyusun buku IPA Terpadu untuk siswa SMP/MTs ini.

Buku ini diberi judul "Alam Sekitar IPA Terpadu" yang dimaksudkan agar siswa menjadi lebih mengenali dan memahami alam sekitarnya melalui pelajaran IPA Terpadu. Buku ini memuat materi pelajaran Fisika, Kimia, dan Biologi yang dipadukan menjadi satu. Uraian dalam buku ini sudah sesuai dengan Standar Isi. Di bagian awal bab dilengkapi dengan pendahuluan dan tujuan pembelajaran serta peta konsep yang harus dikuasai oleh siswa.

Pada setiap bab dilengkapi dengan Sahabatku Ilmuwan, Aktivitas Siswa, Info Penting, Pikirkanlah, dan Menguji Diri untuk menambah pengetahuan siswa dan meningkatkan kreativitasnya. Dan di bagian akhir bab dilengkapi dengan Kilasan Materi yang merupakan rangkuman materi pada setiap bab, Refleksi, Uji Kemampuan untuk siswa, dan Ruang Berfikir.

Kepada semua pihak yang telah terlibat dalam penyusunan buku ini, kami mengucapkan terima kasih. Semoga buku "Alam Sekitar IPA Terpadu" ini bermanfaat bagi siswa.

Jakarta, Oktober 2008

Bagaimana Menggunakan Buku Ini?

Adik-adikku, agar kamu lebih mudah untuk mempelajari buku ini, mari kita lihat terlebih dahulu petunjuk bagaimana menggunakan buku ini.

Bab 1

Pertumbuhan dan Perkembangan

Salah satu ciri makhluk hidup adalah tumbuh dan berkembang. Apakah tumbuh dan berkembangnya manusia sama dengan tumbuhan dan hewan? Bagaimanakah cara tumbuhan dan hewan di sekitar rumahmu tumbuh dan berkembang? Apa sajakah faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan dan hewan? Kamu akan mengetahuinya setelah mempelajari bab ini.

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kamu dapat mendeskripsikan pentingnya pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan beserta faktor-faktor yang mempengaruhinya, mendeskripsikan pertumbuhan dan perkembangan pada hewan, serta mendeskripsikan tahapan perkembangan manusia.

Sumber: Image Bank

Gambar 1.1
Pohon dapat tumbuh dan berkembang menjadi besar

Peta Konsep

e. Asam Absisat

Asam absisat adalah hormon yang menghambat pertumbuhan tumbuhan. Hormon ini sangat diperlukan tumbuhan pada saat kondisi lingkungan tidak baik. Contohnya, pada saat musim kering atau musim dingin, tumbuhan menggugurkan daunnya untuk mengurangi peng-uapan yang berlebihan. Hal ini dilakukan dengan cara mengatur penutupan dan pembukaan stomata, terutama pada saat kekurangan air.

Info

Asam absisat adalah hormon yang menghambat pertumbuhan tumbuhan dan sangat bermanfaat ketika kondisi lingkungan kurang baik

Aktivitas Siswa

Tujuan: Mengetahui pengaruh cahaya dan air terhadap pertumbuhan tanaman.

Bahan dan Alat:
1) Kecambah yang berumur 3 hari dalam 3 buah botol aqua (diberi label A, B, dan C)
2) Satu buah kardus

Cara Kerja:
1) Sebelum dilakukan percobaan, ukur tinggi dan perhatikan kondisi kecambah dalam setiap botol aqua. Catatlah dalam bentuk tabel pengamatan.
2) Sebagai kontrol, tempatkan botol A di tempat yang cukup cahaya, siram botol A dengan air secukupnya setiap hari.
3) Tempatkan botol B di tempat yang terkena matahari secara langsung. Siram kecambah dalam botol B dengan air secukupnya setiap hari.
4) Tempatkan botol C di tempat yang gelap (dalam kardus). Siram kecambah dalam botol C dengan air secukupnya setiap hari.
5) Lakukan pengamatan ini selama 5 hari.

4. Pertumbuhan

Setelah terbentuk organ, terjadi pertumbuhan makhluk hidup menjadi lebih besar.

Perkembangan berjalan seiring dengan pertumbuhan. Perkem-bangan adalah proses mencapai kedewasaan. Perbedaan antara pertumbuhan dan perkembangan, yaitu pertumbuhan dapat diukur dengan ukuran tertentu, sedangkan perkembangan tidak dapat diukur dengan suatu ukuran.

B. Pertumbuhan dan Perkembangan pada Tumbuhan

Perkembangan pada tumbuhan diawali dengan fertilisasi. Pada awal perkembangannya, embrio menda-patkan makanan dari cadangan pada biji yang disebut kotiledon. Kotiledon terdapat pada biji tumbuhan tingkat tinggi. Contohnya, tumbuhan dikotil yang memiliki dua kotiledon dan monokotil yang memiliki satu kotiledon. Pertumbuhan awal tumbuhan dari biji menjadi tanaman baru disebut perkecambahan.

Berdasarkan letak kotiledonnya, perkecambahan dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu epigeal dan hipogeal.

a. Pada perkecambahan epigeal, kotiledon terdapat di permukaan tanah karena terdorong oleh pertumbuhan hipokotil yang memanjang ke atas.
b. Pada perkecambahan hipogeal, kotiledon tetap berada di bawah tanah, sedangkan plumula keluar dari permukaan tanah disebabkan pertumbuhan epikotil yang memanjang ke arah atas.

Pertumbuhan tumbuhan terjadi pada meristem (titik

Pikirkanlah !

Apa perbedaan antara perkecambahan epigeal dan hipogeal? Diskusikan dengan

Sahabatku, Ilmuwan

Rita Levi-Montalcini (1909) adalah ahli Biologi dari Italia yang dilahirkan di Turin dan menjalani studinya di University of Turin Medical School. Dia menerima hadiah nobel pada tahun 1986 di bidang fisiologi atau obat bersama-sama dengan Stanley Cohen untuk kontribusi mereka yang membuat

Pikirkanlah

Pertanyaan untuk mengembangkan kemampun siswa dalam berfikir.

Sahabatku, Ilmuwan

Tokoh-tokoh yang mempunyai peranan besar bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Menguji Diri

1. Jelaskan pengertian dari pertumbuhan dan perkembangan!
2. Jelaskan tahap-tahap pertumbuhan dan perkembangan pada manusia!
3. Sebutkan dan jelaskan fase-fase pertumbuhan dan

Menguji Diri

Soal-soal untuk melatih siswa menerapkan konsep yang telah dipelajari ke dalam pemecahan masalah.

Kilasan Materi

- Pertumbuhan adalah suatu proses pertambahan ukuran, baik volume, bobot, dan jumlah sel yang bersifat irreversible (tidak dapat kembali ke asal).
- Perkembangan adalah perubahan atau diferensiasi sel menuju keadaan yang lebih dewasa.
- Tahapan perkembangan pada hewan terdiri dari: pembelahan sel, morfogenesis, deferensiasi, dan pertumbuhan.
- Perkecambahan adalah pertumbuhan awal pada tumbuhan dari biji menjadi tanaman baru.
- Pertumbuhan pada tumbuhan sangat dipengaruhi oleh faktor genetik dan hormon, air dan nutrisi, cahaya, oksigen, suhu, kelembapan, dan

Kilasan Materi

Ringkasan dari materi yang dipelajari dan definisi beberapa istilah penting yang ada pada bab tersebut.

Refleksi

Pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup dipengaruhi oleh beberapa faktor. Setelah kamu mempelajari materi pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup, apakah kamu dapat memahami faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup? Hikmah apa yang bisa kamu pelajari dari pertumbuhan dan perkembangan?

Refleksi

Pencerminan dari seluruh materi yang dipelajari pada bab tersebut, dapat berupa pertanyaan kilas balik, hikmah, atau pengembangan konsep.

Ruang Berpikir

1. Perhatikan kecepatan pertumbuhan tanaman yang ada di sekitarmu! Apakah kecepatan pertumbuhan tanaman-tanaman tersebut sama? Mengapa demikian? Jelaskan!
2. Coba kamu cari faktor apa saja yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada hewan? Jelaskan!
3. Mengapa bayi dapat bertahan hidup ketika berada di dalam kandungan ibunya? Jelaskan! Diskusikan bersama dengan temanmu!

Ruang Berpikir

Soal-soal aplikasi, perbandingan, inkuiri, investigasi, pemahaman, pemecahan masalah, penalaran, dan analisis yang menuntut siswa untuk berpikir secara logis dan sistematis.

Uji Kemampuan

Soal pilihan ganda dan uraian singkat yang dapat mengevaluasi tingkat pemahaman siswa terhadap materi pada bab tersebut.

Uji Kemampuan

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Hormon yang berperan mempercepat proses pemasakan buah adalah hormon ....
   a. auksin
   b. gas etilen
   c. giberelin
   d. asam absisat
2. Unsur yang diperlukan tumbuhan hijau dari udara untuk proses fotosintesis adalah ....
   a. nitrogen
   b. oksigen

6. Di bawah ini adalah fase-fase perkem-bangan embrio, kecuali ....
   a. blastula
   b. morula
   c. organogenesis
   d. mesoderm
7. Pembentukan lubang lekukan (blastopor) terjadi pada fase ....
   a. blastula
   b. morula
   c. organogenesis
   d. gastrula

Daftar Isi

Kata Sambutan iii

Kata Pengantar iv

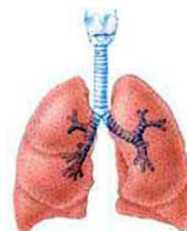
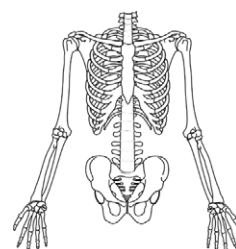
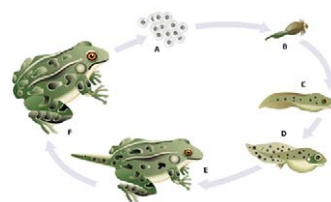
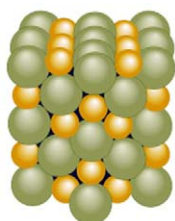
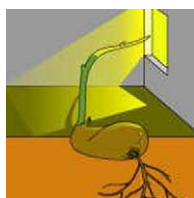
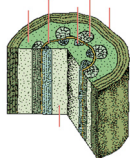
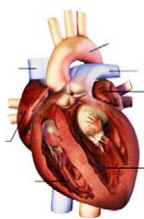
Bagaimana Menggunakan Buku Ini? v

Daftar Isi vii

Bab 1 Pertumbuhan dan Perkembangan **1**
- A. Pengertian Pertumbuhan dan Perkembangan 2
- B. Pertumbuhan dan Perkembangan pada Tumbuhan 3
- C. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan pada Tumbuhan 5
- D. Pertumbuhan dan Perkembangan pada Hewan 8
- E. Pertumbuhan dan Perkembangan pada Manusia 10
- Uji Kemampuan 19

Bab 2 Sistem Gerak pada Manusia **21**
- A. Rangka Tubuh 22
- B. Otot 26
- C. Gangguan pada Sistem Gerak 30
- Uji Kemampuan 35

Bab 3 Sistem Pencernaan **37**
- A. Sistem Pencernaan pada Manusia 38
- B. Gangguan dan Kelainan pada Sistem Pencernaan Makanan 43
- Uji Kemampuan 45

Bab 4 Sistem Pernapasan **47**
- A. Sistem Pernapasan 48
- B. Alat-Alat Pernapasan 51
- C. Gangguan pada Sistem Pernapasan 53
- Uji Kemampuan 55

Bab 5 **Sistem Peredaran Darah** **57**
A. Sistem Peredaran Darah Manusia 58
B. Gangguan dan Kelainan Sistem Peredaran Darah.................................... 64
Uji Kemampuan... 67

Bab 6 **Struktur Tumbuhan** **69**
A. Jaringan Tumbuhan 70
B. Organ pada Tumbuhan 72
Uji Kemampuan... 81

Bab 7 **Fotosintesis, Gerak, dan Hama Penyakit pada Tumbuhan** **83**
A. Fotosintesis 84
B. Gerak pada Tumbuhan 86
C. Hama Tanaman 90
Uji Kemampuan... 93

Bab 8 **Partikel Materi** **95**
A. Atom.. 96
B. Ion 99
C. Molekul 100
D. Konsep atom, ion, dan molekul dalam produk kimia sehari-hari 103
Uji Kemampuan... 105

Bab 9 **Bahan Kimia Rumah Tangga** **107**
A. Pembersih 108
B. Pemutih.. 110
C. Pewangi 112
D. Pembasmi Hama 114
Uji Kemampuan... 119

Bab 10 **Zat Aditif pada Makanan**........................... **121**
A. Penggunaan Zat Aditif pada Makanan 122
B. Dampak Penggunaan Zat Aditif pada Makanan 123
C. Jenis-Jenis Zat Aditif 125
D. Upaya Mengurangi Dampak Negatif Penggunaan Zat Aditif 129
Uji Kemampuan... 131

Bab 11 Zat Adiktif dan Psikotropika **133**
A. Zat Adiktif 134
B. Psikotropika 137
Uji Kemampuan 141

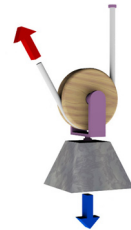
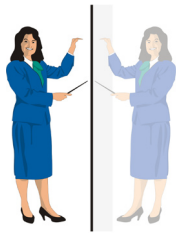
Uji Kemampuan Semester 1 .... **143**

Bab 12 Gaya **147**
A. Pengertian Gaya 148
B. Resultan Gaya 151
C. Hukum Newton 152
D. Gaya Gesekan 155
E. Berat Benda 156
Uji Kemampuan 159

Bab 13 Usaha dan Energi **161**
A. Usaha 162
B. Energi 163
C. Daya 166
D. Pesawat Sederhana 168
Uji Kemampuan 175

Bab 14 Tekanan **177**
A. Tekanan pada Zat Padat 178
B. Tekanan pada Zat Cair 179
C. Tekanan pada Gas 190
Uji Kemampuan 195

Bab 15 Getaran dan Gelombang **197**
A. Getaran 198
B. Gelombang 201
Uji Kemampuan 207

Bab 16 Bunyi **209**
A. Cepat Rambat Bunyi 210
B. Frekuensi dan Tinggi Nada 212
C. Efek Doppler 214
D. Pemantulan Bunyi 216
E. Sifat-Sifat Gelombang Bunyi dan Kehidupan Manusia 218
Uji Kemampuan 221

Bab 17 Cahaya 223

A. Pemantulan Cahaya 224

B. Pembiasan Cahaya 235

C. Kuat Lensa 243

Uji Kemampuan 245

Bab 18 Alat-Alat Optik 247

A. Mata 248

B. Lup 251

C. Mikroskop 253

D. Teleskop 255

Uji Kemampuan 259

Uji Kemampuan Semester 2 261

Glosarium 265

Indeks 271

Daftar Pustaka 274

Kunci Jawaban 275

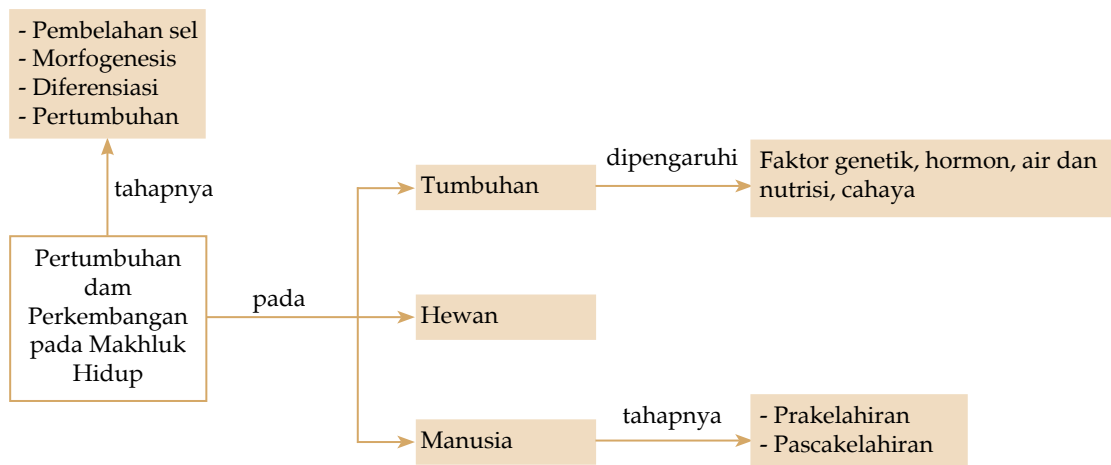
Bab 1 Pertumbuhan dan Perkembangan

Sumber: Image bank

Gambar 1.1
Pohon dapat tumbuh dan berkembang menjadi besar

Salah satu ciri makhluk hidup adalah tumbuh dan berkembang. Apakah tumbuh dan berkembangnya manusia sama dengan tumbuhan dan hewan? Bagaimanakah cara tumbuhan dan hewan di sekitar rumahmu tumbuh dan berkembang? Apa sajakah faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan dan hewan? Kamu akan mengetahuinya setelah mempelajari bab ini.

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kamu dapat mendeskripsikan pentingnya pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan beserta faktor-faktor yang mempengaruhinya, mendeskripsikan pertumbuhan dan perkembangan pada hewan, serta mendeskripsikan tahapan perkembangan manusia.

Peta Konsep

A. Pengertian Pertumbuhan dan Perkembangan

Pertumbuhan adalah suatu proses pertambahan ukuran, baik volume, bobot, dan jumlah sel yang bersifat *irreversible* (tidak dapat kembali ke asal). Sedangkan, perkembangan adalah perubahan atau diferensiasi sel menuju keadaan yang lebih dewasa.

Pertumbuhan dan perkembangan memiliki arti yang sangat penting bagi makhluk hidup. Misalnya pada manusia, dengan tumbuh dan berkembang dapat mempertahankan kelangsungan hidupnya dan melestarikan keturunannya. Sewaktu masih bayi, balita, dan anak kecil, manusia memiliki daya tahan tubuh yang masih lemah sehingga mudah terserang penyakit. Tetapi, setelah tumbuh dan berkembang menjadi dewasa, daya tahan tubuhnya semakin kuat sehingga kelangsungan hidupnya lebih terjamin.

Pertumbuhan dan perkembangan membawa manusia kepada kedewasaan. Setelah dewasa, manusia dapat menghasilkan keturunan sehingga populasi manusia akan terjaga kelestariannya. Sekarang, coba kamu bayangkan jika tidak terjadi pertumbuhan dan perkembangan pada manusia? Mungkin populasi manusia akan punah. Begitu juga dengan hewan dan tumbuhan. Jika hewan dan tumbuhan tidak mengalami pertumbuhan dan perkembangan, maka akan mengalami kepunahan.

Pada tumbuhan, perkembangan ini menghasilkan bermacam-macam jaringan dan organ tumbuhan. Pertumbuhan dan perkembangan pada hewan berbeda-beda antara spesies satu dengan spesies yang lain. Tetapi, pada dasarnya memiliki persamaan tahapan perkembangan, yaitu sebagai berikut.

1. Pembelahan Sel

Setelah terjadi fertilisasi (pembuahan sel gamet jantan dan sel gamet betina), terbentuklah zigot. Zigot mengalami pembelahan mitosis secara terus-menerus. Pembelahan ini berlangsung sangat cepat. Sel-sel yang dihasilkan dari pembelahan disebut morula. Morula berkembang menjadi bentuk yang berlubang disebut blastula.

2. Morfogenesis

Blastula terus mengalami pembelahan sel. Selama pembelahan ini terjadi morfogenesis, yaitu proses perkembangan bentuk berbagai bagian tubuh embrio.

Sahabatku, Ilmuwan

Rita Levi-Montalcini (1909) adalah ahli Biologi dari Italia yang dilahirkan di Turin dan menjalani studinya di *University of Turin Medical School*. Dia menerima hadiah nobel pada 1986 di bidang fisiologi atau obat bersama-sama dengan Stanley Cohen untuk kontribusi mereka yang membuat pemahaman tentang faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan manusia. Levi-Montalcini telah diakui untuk penemuannya tentang faktor yang membantu pertumbuhan sel. Siswanya juga berhasil menemukan faktor pertumbuhan epidermal.

3. Diferensiasi

Blastula terus membelah dan membentuk gastrula. Dari gastrula terbentuk embrio. Sel-sel embrio berkembang terus membentuk jaringan, organ, dan sistem organ yang membentuk struktur dan fungsi khusus yang nantinya difungsikan pada waktu dewasa.

Sumber: Image bank

Gambar 1.2
Sapi kecil akan tumbuh menjadi besar

4. Pertumbuhan

Setelah terbentuk organ, terjadi pertumbuhan makhluk hidup menjadi lebih besar. Perkembangan berjalan seiring dengan pertumbuhan. Perkembangan adalah proses mencapai kedewasaan. Perbedaan antara pertumbuhan dan perkembangan, yaitu per-tumbuhan dapat diukur dengan ukuran tertentu, sedangkan perkembangan tidak dapat diukur dengan suatu ukuran.

B. Pertumbuhan dan Perkembangan pada Tumbuhan

Perkembangan pada tumbuhan diawali dengan fertilisasi. Pada awal perkembangannya, embrio mendapatkan makanan dari kotiledon. Kotiledon terdapat pada biji tumbuhan tingkat tinggi. Tumbuhan dikotil memiliki dua kotiledon, sedangkan monokotil memiliki satu kotiledon.

Pikirkanlah!

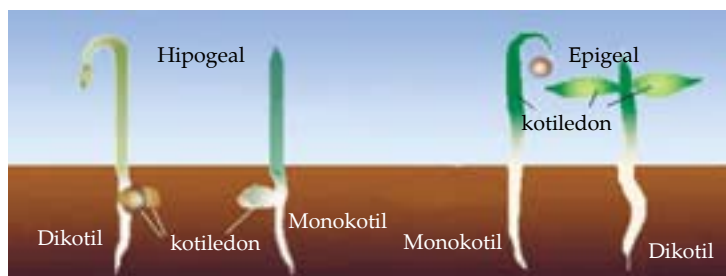
Apa perbedaan antara perkecambahan epigeal dan hipogeal?

Diskusikan dengan teman sebangkumu!

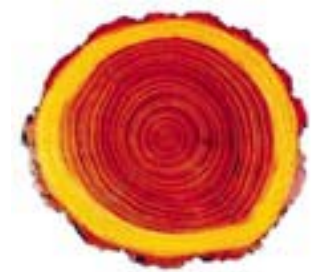
Pertumbuhan awal tumbuhan dari biji menjadi tanaman baru disebut perkecambahan. Berdasarkan letak kotiledonnya, perkecambahan dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu epigeal dan hipogeal.

a. Pada perkecambahan epigeal, kotiledon terdapat di permukaan tanah karena terdorong oleh pertumbuhan hipokotil yang memanjang ke atas.
b. Pada perkecambahan hipogeal, kotiledon tetap berada di bawah tanah, sedangkan plumula keluar dari permukaan tanah disebabkan pertumbuhan epikotil yang memanjang ke arah atas.

Sumber: Image bank

Gambar 1.3
Perkecambahan epigeal dan hipogeal

Pertumbuhan pada tumbuhan terjadi di meristem (titik tumbuh) yang terdapat pada ujng akar dan batang. Meristem akan mengalami pembelahan mitosis. Oleh karena itu, ujung batang dan ujung batang akan bertambah panjang dan besar.

Pertumbuhan disebabkan oleh pertambahan besar dan panjang sel-sel itu sendiri. Pada batang terdapat dua jenis tunas, yaitu tunas yang letaknya di ujung batang yang disebut tunas terminal dan mengandung meristem apikal, serta tunas samping yang nantinya membentuk cabang batang, daun, dan bunga.

Batang tumbuhan selain bertambah panjang juga dapat bertambah besar. Hal ini dikarenakan adanya aktivitas kambium, yang termasuk jaringan meristem yang sel-selnya aktif membelah. Letak kambium di antara jaringan xilem dan floem. Kambium akan terus membentuk jaringan xilem dan floem baru sehingga batang makin lama akan menjadi besar. Aktivitas kambium meninggalkan batas yang jelas pada batang. Batas ini disebut lingkaran tahun.

Sumber: google.co.id

Gambar 1.4
Lingkaran tahun pada batang

Aktivitas Siswa

Lakukan aktivitas ini secara berkelompok.

Tujuan: Mengetahui daerah pertumbuhan pada akar.

Alat dan bahan:
1) Biji kacang hijau sebanyak 10 butir.
2) Kapas.
3) Air secukupnya.
4) Cawan petri sebanyak 2 buah.

Cara Kerja:
1) Rendamlah biji kacang hijau selama 1 jam.
2) Tempatkan biji kacang hijau masing-masing sebanyak 5 butir pada kapas yang basah dan letakkan pada cawan petri.
3) Biarkan beberapa hari sehingga tumbuh akar sepanjang ± 2 cm.
4) Berilah tanda pada daerah antara ujung akar dan pangkal keluar akar.
5) Ukur panjang akar dari ujung akar sampai tanda dan pangkal akar sampai tanda. Catatlah dalam bentuk tabel pengamatan.
6) Selanjutnya selama 3 hari, ukurlah panjang akar (seperti cara kerja nomor 4) dan catat pada tabel.

Pertanyaan:
1. Bagaimana hasil rata-rata pengukuran di akhir kegiatan? Apakah sama dengan hasil pertama kali pengukuran?
2. Apakah ada perbedaan antara dua tempat yang diukur?
3. Tempat manakah yang pertumbuhannya lebih cepat? Mengapa?

Apa kesimpulanmu? Diskusikan hasilnya dengan kelompok lain. Selanjutnya, kumpulkan hasil kelompokmu pada guru untuk dinilai.

C. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan pada Tumbuhan

Pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan dipengaruhi oleh faktor genetik dan hormon, air dan nutrisi, cahaya, oksigen, suhu, kelembapan, dan pH.

Pikirkanlah !

Mengapa tumbuhan di daerah yang kekurangan air lebih pendek daripada tumbuhan yang berada di daerah tropis? Jelaskan!

1. Faktor Genetik

Faktor genetik terdapat dalam gen. Gen terdapat di kromosom dalam inti sel. Gen ini mempengaruhi ukuran dan bentuk tubuh tumbuhan. Hal ini disebabkan karena gen berfungsi mengatur sintesis enzim untuk mengendalikan proses kimia dalam sel. Proses kimia dalam sel ini yang menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan tubuh tumbuhan.

2. Faktor Hormon

Hormon adalah senyawa organik tumbuhan yang mampu menimbulkan respons fisiologi pada tumbuhan. Hormon tumbuhan bermacam-macam, tetapi ada lima hormon tumbuhan yang sangat penting, yaitu:

a. Auksin

Auksin adalah hormon yang berasal dari titik tumbuh tumbuhan, seperti ujung tunas, kambium, bunga, buah, dan ujung akar. Auksin berfungsi merangsang pertumbuhan sel ujung batang, pertumbuhan akar lateral dan akar serabut, dan merangsang pembentukan bunga dan buah. Selain itu, auksin berfungsi mempercepat aktivitas pembelahan sel titik tumbuh dan menyebabkan diferensiasi sel menjadi xilem.

b. Sitokinin

Sitokinin adalah zat tumbuh yang pertama kali ditemukan pada batang tembakau. Hormon ini memiliki beberapa fungsi, antara lain:

1) Merangsang diferensiasi sel-sel yang dihasilkan dalam meristem.
2) Menunda pengguguran dan penuaan daun.

Sumber: google.co.id

Gambar 1.5
Sitokinin ditemukan pada batang tembakau

3) Memperkecil dominasi apikal sehingga mendorong pertumbuhan tunas samping dan perluasan daun.
4) Memacu pembelahan sel dalam jaringan meristematik.
5) Merangsang pembentukan pucuk dan mampu memecah masa istirahat biji.

c. Giberelin

Giberelin merupakan zat tumbuh yang memiliki sifat seperti auksin. Giberelin terdapat di hampir semua bagian tanaman, seperti biji, daun muda, dan akar. Giberelin memiliki beberapa fungsi, antara lain:

1) Memacu perpanjangan secara abnormal batang utuh.
2) Mempengaruhi perkembangan bunga dan buah.
3) Mempengaruhi perkecambahan biji.
4) Merangsang pembelahan dan pemanjangan sel. Untuk tumbuhan yang kerdil, jika diberi giberelin akan tumbuh secara normal.

d. Gas Etilen

Gas etilen dihasilkan oleh buah yang sudah tua, tetapi masih berwarna hijau yang disimpan dalam kantung tertutup agar cepat masak. Gas etilen juga berfungsi memacu perkecambahan biji, menebalkan batang, mendorong gugurnya daun, menunda pembungaan, dan menghambat pemanjangan batang kecambah.

Sumber: google.co.id

Gambar 1.6
Buah yang sudah tua dapat menghasilkan gas etilen

e. Asam Absisat

Asam absisat adalah hormon yang menghambat pertumbuhan tumbuhan. Hormon ini sangat diperlukan tumbuhan pada saat kondisi lingkungan tidak baik. Contohnya, pada saat musim kering atau musim dingin, tumbuhan menggugurkan daunnya untuk mengurangi penguapan yang berlebihan. Hal ini dilakukan dengan cara mengatur penutupan dan pembukaan stomata, terutama pada saat kekurangan air.

Info

Asam absisat adalah hormon yang menghambat pertumbuhan tumbuhan dan sangat bermanfaat ketika kondisi lingkungan kurang baik

3. Faktor Air dan Nutrisi

Tumbuhan membutuhkan air dan nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Nutrisi ini harus tersedia dalam jumlah cukup dan seimbang. Nutrisi diambil tumbuhan dari dalam tanah dan udara.

Unsur-unsur yang dibutuhkan tumbuhan dikelompokkan menjadi dua macam, yaitu zat-zat organik dan anorganik. Zat organik, seperti C, H, O, dan N, sedangkan zat anorganik, seperti Fe, Mg, K, dan Ca.

Pertumbuhan tanaman akan terganggu jika salah satu unsur yang dibutuhkan tidak terpenuhi. Misalnya, kurangnya unsur nitrogen dan fosfor pada tanaman menyebabkan tanaman menjadi kerdil. Kekurangan magnesium dan kalsium menyebabkan tanaman mengalami klorosis (daun berwarna pucat).

4. Faktor Cahaya

Cahaya sangat diperlukan tumbuhan untuk melakukan fotosintesis. Proses ini menghasilkan zat makanan yang diperlukan tumbuhan untuk pertumbuhannya dan untuk disimpan sebagai cadangan makanan yang bisa dikonsumsi oleh manusia dan hewan.

Efek cahaya meningkatkan kerja enzim untuk memproduksi zat metabolik untuk pembentukan klorofil. Sedangkan, pada proses fotosintesis, intensitas cahaya mempengaruhi laju fotosintesis saat berlangsung reaksi terang.

Apa yang terjadi jika tumbuhan kekurangan cahaya? Untuk mengetahuinya, coba kamu lakukan kegiatan di bawah ini.

Aktivitas Siswa

Lakukan aktivitas ini secara berkelompok.

Tujuan: Mengetahui pengaruh cahaya dan air terhadap pertumbuhan tanaman.

Alat dan Bahan:
1) Kecambah yang berumur 3 hari dalam 3 buah botol aqua (diberi label A, B, dan C)
2) Satu buah kardus

Cara Kerja:
1) Sebelum dilakukan percobaan, ukur tinggi dan perhatikan kondisi kecambah dalam setiap botol aqua. Catatlah dalam bentuk tabel pengamatan.
2) Sebagai kontrol, tempatkan botol A di tempat yang cukup cahaya, siram botol A dengan air secukupnya setiap hari.
3) Tempatkan botol B di tempat yang terkena matahari secara langsung. Siram kecambah dalam botol B dengan air secukupnya setiap hari.
4) Tempatkan botol C di tempat yang gelap (dalam kardus). Siram kecambah dalam botol C dengan air secukupnya setiap hari.
5) Lakukan pengamatan ini selama 5 hari.
6) Tuliskan hasil pengamatanmu dalam bentuk tabel pengamatan. Pengamatan ini meliputi warna daun, tinggi batang, dan kondisi kecambah secara umum.

Pertanyaan:

1) Apakah kecambah yang terkena matahari secara langsung berbeda dengan kontrol?
2) Bagaimana kondisi kecambah di dalam kardus?
3) Apa Perbedaaan antara kecambah dalam botol A, B, dan C?

Apa kesimpulanmu? Diskusikan hasilnya dengan kelompok lain. Kumpulkan hasil kelompokmu ke guru untuk dinilai.

D. Pertumbuhan dan Perkembangan pada Hewan

Hewan juga mengalami pertumbuhan dan perkembangan. Pertumbuhan pada hewan adalah hasil proses pembelahan mitosis sel-sel tubuh. Hal ini menyebabkan sel membesar sehingga tubuh hewan menjadi besar dan panjang. Sedangkan, perkembangan adalah diferensiasi sel yang mengalami pembelahan menuju individu dewasa.

Pertumbuhan pada hewan sering disebut juga perkembangan, yaitu perkembangan dari zigot sampai dewasa. Pertumbuhan dimulai dengan peleburan ovum (sel telur) dengan spermatozoa (sel sperma), dan dihasilkan zigot. Zigot akan bermitosis terus-menerus.

Fase-fase perkembangan zigot melalui beberapa tahap, yaitu:

Sumber: Encarta 2005

Gambar 1.7
Morula

a. Stadium Morula

Pada perkembangan awal, zigot membelah menjadi 2, kemudian 4, 8, dan seterusnya membentuk suatu wujud seperti buah murbei yang disebut morula. Morula mengandung banyak sel hasil mitosis yang berkumpul menjadi satu kesatuan.

Sumber: Encarta 2005

Gambar 1.8
Blastula

b. Stadium Blastula

Dari morula menjadi blastula. Dalam tahap ini masih berlangsung proses pembelahan sel sehingga terbentuk suatu rongga pada bagian tengah yang disebut blastosol.

Sumber: Encarta 2005

Gambar 1.9
Gastrula

c. Stadium Gastrula

Dari blastula menjadi gastrula. Dalam tahap ini terjadi pembentukan lubang lekukan (blastopor) yang mempunyai dua lapisan. Selanjutnya, sel-sel bagian permukaan lapisan ektoderm mengalami pelekukan ke dalam (invaginasi). Sel-

sel tersebut mengisi ruang antara ektoderm dan endoderm membentuk lapisan mesoderm.

d. Organogenesis (Pembentukan Organ)

Pada tahap ini terjadi diferensiasi (perkembangan sel-sel membentuk struktur dan fungsi khusus) dari:

1) Ektoderm menjadi kulit, sistem saraf, hidung (alat-alat indra), anus, kelenjar-kelenjar kulit, dan mulut.
2) Mesoderm menjadi tulang, otot, ginjal, jantung, pembuluh darah, dan alat kelamin.
3) Endoderm menjadi kelenjar-kelenjar yang mempunyai hubungan dengan alat pencernaan, paru-paru, dan alat-alat pencernaan.

Sumber: Encarta 2005

Gambar 1.10
Organogenesis

Setelah organogenesis selesai, selanjutnya penyempurnaan embrio menjadi fetus yang telah siap dilahirkan (hewan tingkat tinggi).

Sumber: Encarta 2005

Gambar 1.11 Fase-fase perkembangan zigot pada hewan

Pada hewan vertebrata, ada dua jenis tempat perkembangan embrio, yaitu di luar tubuh induk dan di dalam tubuh induk. Embrio tumbuh di luar tubuh induknya, misalnya pada ikan, reptil, amfibi, dan burung. Sedangkan, embrio tumbuh di dalam tubuh induknya, yaitu dalam rahim (uterus). Embrio di dalam uterus lamanya tergantung jenis hewan.

Info

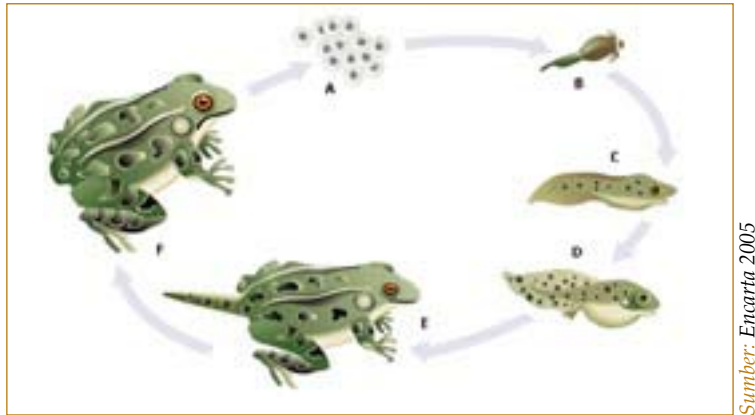
Metamorfosis adalah proses perkembangan dimana dalam setiap fasenya mengalami perubaan bentuk yang berbeda dengan tahap sebelumnya.

Pada serangga dan amfibi, dalam perkembangannya menjadi hewan dewasa mengalami perubahan bentuk yang berbeda dengan tahap sebelumnya. Hal ini disebut metamorfosis. Perkembangan ini terjadi mulai dari telur atau larva dan akan mencapai kematangan seksual pada saat dewasa.

Metamorfosis dibagi menjadi dua macam, metamorfosis sempurna dan tidak sempurna. Contoh metamorfosis sempurna adalah pada kupu-kupu dan katak. Sedangkan, metamorfosis tidak sempurna terjadi pada belalang.

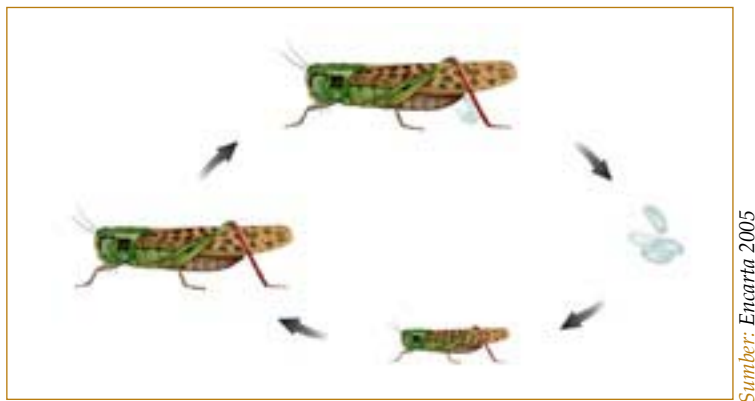
Metamorfosis pada katak melalui beberapa fase, yaitu:

telur → berudu → katak berekor → katak dewasa

Sumber: Encarta 2005

Gambar 1.12 Metamorfosis pada katak

Sedangkan, metamorfosis pada belalang adalah:

telur → larva → dewasa

Sumber: Encarta 2005

Gambar 1.13 Metamorfosis pada belalang

Pikirkanlah !

Apa perbedaan antara metamorfosis sempurna dan tidak sempurna? Pikirkanlah jawabanmu!

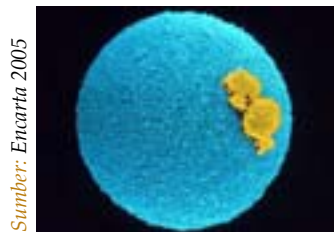
E. Pertumbuhan dan Perkembangan pada Manusia

Manusia mengalami dua tahap pertumbuhan dan perkembangan, yaitu prakelahiran dan pascakelahiran. Berikut ini adalah uraian tentang tahapan pertumbuhan prakelahiran dan pascakelahiran pada manusia.

1. Pertumbuhan Prakelahiran

Proses pertumbuhan dan perkembangan pada manusia dimulai sejak terjadinya fertilisasi (pembuahan ovum oleh sperma) yang membentuk zigot. Zigot terus membelah membentuk embrio. Berikut ini adalah pertumbuhan dan perkembangan prakelahiran pada manusia.

a. Fertilisasi (Pembuahan)

Pada proses ini terjadi pembuahan antara sel telur dan sel sperma yang menghasilkan zigot, secara genetik bisa laki-laki atau perempuan. Dari satu sel tumbuh menjadi dua sel, empat sel, dan seterusnya. Sel-sel ini akan membentuk tubuh embrio dan organ internal, organ luar, *sakus amnio,* dan *chorion.*

Sumber: Encarta 2005

Gambar 1.14
Fertilisasi

Sumber: Encarta 2005

Gambar 1.15
Embrio pada hari ke- 6

b. Hari ke-6 s.d 9

Pada fase ini, embrio akan menanamkan diri atau menempel pada rahim ibunya.

c. Minggu ke-2

Di sini terjadi pertumbuhan pertama sel-sel otak embrio. Tubuh embrio terbentuk menjadi 3 lapisan. Lapisan luar (eksoderm) akan berkembang menjadi lapisan luar kulit dan sistem saraf. Lapisan tengah (mesoderm) akan berkembang menjadi pembuluh darah, tulang, kartilago, dan otot. Lapisan dalam (endoderm) akan berkembang menjadi organ-organ dalam dan kelenjar-kelenjar.

d. Minggu ke-3

Jantung embrio mulai berdenyut, semula hanya memiliki 1 ruang. Organ ini masih mengalami pertumbuhan dan perkembangan sampai seluruhnya dapat berfungsi sepenuhnya. Otak dan tulang belakang terpisah. Otak terbagi menjadi tiga segmen, yaitu otak depan, otak tengah, dan otak belakang. Plasenta dan anggota badan, seperti lengan dan kaki mulai terbentuk.

Sumber: Encarta 2005

Gambar 1.16
Pada minggu ke-4 embrio mulai mendapatkan nutrisi dari ibunya

e. Minggu ke-4

Sirkulasi dari dan ke plasenta dimulai. Plasenta adalah organ sistem sirkulasi antara ibu dan embrio. Melalui plasenta ini, ibu memberi nutriens dan oksigen ke embrio. Tumbuh jari-jari pada tangan, memiliki kaki, paha, dan alat organ dalam mulai tumbuh, seperti: lidah, esofagus, dan lambung. Selain itu, ginjal, hati, kantung empedu, dan pankreas berkembang untuk beberapa hari. Paru-paru mulai berkembang, kelenjar tiroid, dan lainnya terbentuk. Muka, organ indera, dan organ reproduksi mulai terbentuk.

f. Minggu ke-5

Bagian-bagian otak mengalami spesialisasi fungsi. 40 hari gelombang otak bisa dideteksi. Telah terbentuk palate (lapisan dalam antara mulut dengan lidah), lengkap dengan ujung gigi. Wajah sudah menyerupai bentuk wajah manusia. Pada minggu ini, embrio mulai bergerak. Pergerakan awal ini penting untuk perkembangan kesehatan otot.

g. Minggu ke-6

Aktivitas sistem saraf bisa dicatat. Embrio terlihat seperti bayi miniatur dan kepala terlihat lebih besar karena pertumbuhan otak cukup cepat. Jari-jari embrio sudah jelas. Wajah dan bibir-bibir sensitif terhadap sentuhan. Beberapa sistem organ, seperti jantung dan sistem saraf (otak) siap berfungsi. Jari kaki sudah jelas.

h. Minggu ke-8

Embrio telah menjadi fetus karena telah selesai proses organogenesis (perkembangan dan pembentukan organ). Alat genital fetus sensitif terhadap sentuhan. Penutup mata mulai terbentuk (pelupuk mata).

Sumber: Encarta 2005

Gambar 1.17
Bentuk embrio pada minggu ke-8

i. Minggu ke-10

Fetus telah sanggup mempertahankan kedudukan wajahnya dan posisi menghisap ibu jari, membuat gerakan bernapas dan gerakan menelan. Telapak tangan dan telapak kaki fetus sensitif terhadap sentuhan. Indera penciuman mulai berkembang. Gerakan fetus biasanya konstan, dapat melangkah, menendang, jungkir balik, meregangkan badan, dan menggerakkan lengan.

j. Minggu ke-11 s.d 13

Sumsum tulang mulai memproduksi sel darah putih. Organ reproduksi luar tampak. Minggu ke 11, penis dan klitoris tampak sama. Bagian dalam telinga terbentuk, kemungkinan fetus bisa mendengar. Tulang mulai mengalami proses osifikasi, menjadi keras seperti tulang orang dewasa, namun fetus masih memiliki tulang yang lunak. Indera pengecap berkembang.

Sumber: Encarta 2005

Gambar 1.18
Bentuk embrio pada minggu ke-12

k. Minggu ke-14

Fetus bereaksi terhadap suara dan ada reaksi bila mendengar. Fetus bisa merasakan emosi ibu saat senang dan sedih. Ibu bisa merasakan tendangan fetus yang kuat.

l. Minggu ke-15 s.d 16

Sidik jari fetus telah ada, saraf telah dilapisi myelin, dan seluruh tubuh fetus sensitif terhadap sentuhan.

m. Minggu ke-19

Bayi masih berumur muda. Bila lahir pada saat ini, rentan terhadap infeksi, sistem imun (kekebalan tubuh) belum sempurna, dan kemungkinan ada masalah dalam pernapasan.

Info

Apabila bayi lahir pada usia minggu ke-19, bayi akan terkena infeksi karena sistem imunnya belum sempurna, dan kemungkinan harus diberikan bantuan pernapasan.

n. Minggu ke-24

Pada umur ini, bila bayi lahir kemungkinan bisa bertahan hidup di luar rahim.

o. Minggu ke-38

Biasanya bayi lahir pada umur ini. Paru-paru bayi telah berfungsi sepenuhnya dan sistem imun siap untuk menghadapi dunia luar.

2. Pertumbuhan Pascakelahiran

Setelah bayi lahir, tahap-tahap pertumbuhan dan perkembangan manusia adalah masa balita dan anak-anak, masa remaja, masa dewasa, dan masa tua (manula).

a. Masa Balita dan Anak-Anak

Kelahiran merupakan perubahan lingkungan. Pertumbuhan dan perkembangan yang terjadi setelah kelahiran merupakan suatu proses kelanjutan dari proses perubahan dari embrio dan janin. Bayi sangat membutuhkan ASI (Air Susu Ibu) untuk pertumbuhannya.

Setelah bayi lahir, penyesuaian yang pertama kali adalah pernapasan karena setelah lahir persediaan O_2 dari ibu terputus. Saat bayi lahir, perubahan mendadak antara udara yang hangat di dalam rahim dengan udara luar yang dingin menyebabkan bayi menangis sehingga menarik udara masuk paru-paru dan pernapasan pun dimulai.

Pada saat bayi lahir, gigi susu serta gigi seri telah ada pada gusi. Namun, gigi susu biasanya tumbuh pada usia enam bulan atau tujuh bulan. Gigi bawah tumbuh lebih dulu daripada gigi atas. Geraham pertama muncul antara umur 12 dan 16 bulan, kemudian gigi taring menyusul.

Pada usia 1 bulan, bayi mulai membalikkan kepala, belajar memfokuskan mata, serta mengkoordinasikan mata dengan mengikuti benda bergerak. Usia 2 bulan mulai tersenyum. Selanjutnya, bayi mengkoordinasikan tangan untuk memegang benda.

Umur 3 bulan, bayi sudah mulai belajar bersuara. Umur 6 bulan bayi sudah mulai dapat membedakan antara orang yang dikenalnya dan orang asing. Memasuki umur 7 bulan, bayi mulai berputar, duduk, kemudian merangkak, belajar berdiri sambil berpegangan. Selanjutnya, berdiri tanpa berpegangan di akhir tahun pertama. Selain itu, mulai

Pikirkanlah

Mengapa ASI sangat diperlukan bayi? Zat apa saja yang terkandung di dalam ASI? Coba kamu diskusikan dengan teman sebangkumu.

Sumber: google.co.id

Gambar 1.19
Bayi

Sumber: Dokumen penerbit

Gambar 1.20
Balita

Sumber: Dokumen penerbit

Gambar 1.21
Anak-anak

Sumber: google.co.id

Gambar 1.22
Remaja

belajar meniru bermacam-macam bunyi yang memiliki arti tertentu.

Tahun kedua, telah mengetahui hubungan dirinya dengan keluarga, dan ingin mengetahui semuanya. Perhatian mudah teralihkan. Antara umur 1 - 3 tahun, bayi belajar memusatkan perhatian dan minat pada benda-benda, belajar untuk tidak tergantung pada orang lain. Perasaan cemas dan takut mulai ada. Belajar lebih cepat, dapat berjalan, mulai berceloteh hingga bercakap-cakap, menyelidiki rumah dan sekitarnya, serta belajar makan sendiri.

Antara umur 3 - 6 tahun, sifat keingintahuan sangat menonjol. Banyak bertanya, kemampuan pengamatan bertambah dengan teratur sehingga mulai mampu memecahkan teka-teki sederhana. Angan-angan anak berkembang pesat, penuh imajinasi, misalnya teman main pura-pura, ayah khayalan, dan meniru orang tua.

b. Masa Remaja dan Masa Pubertas

Menjelang usia 6 - 11 tahun, mula-mula pertumbuhan badan terjadi secara cepat, kemudian melambat. Anak mulai tidak tergantung orang tua, mulai berkembang akal pengendalian diri. Membentuk kelompok dan kumpulan tersendiri. Mulai berminat pada perilaku yang baik, dan teratur. Kecerdasan dan pengertian berkembang, menyadari pentingnya belajar, mulai mengembangkan cara-cara baru dalam membaca dan belajar.

Pada masa remaja terjadi perubahan dalam pertumbuhan fisik yang meliputi pertumbuhan dan kematangan kepribadian. Masa ini merupakan tahap manusia menuju kedewasaan sering disebut dengan masa pubertas.

Dalam masa pubertas ini, pertumbuhan badan terjadi sangat cepat, masa ini adalah masa pematangan, baik pada laki-laki maupun perempuan. Saat masa pubertas inilah laki-laki dan perempuan telah mampu menghasilkan sperma dan ovum (sel telur) yang ditandai dengan ciri-ciri seks sekunder.

Masa pubertas pada perempuan biasanya terjadi pada usia 9 - 13 tahun. Perempuan akan bertambah tinggi dan badan yang gemuk menjadi ramping dengan cepat.

Ciri-ciri seks sekunder pada perempuan yang dapat dilihat, misalnya payudara membesar, panggul membesar, rambut tumbuh di sekitar alat kelamin dan ketiak, kadang timbul jerawat. Selain itu, kematangan organ reproduksi

ditandai dengan mendapatkan haid (menstruasi) yang pertama. Hal ini menandai adanya pelepasan pertama ovum dari indung telur. Pertambahan tinggi badan melambat.

Masa pubertas pada laki-laki terjadi antara umur 10 - 14 tahun. Pada masa ini kematangan organ reproduksi ditandai dengan terbentuknya sperma dan terjadi pengeluaran sperma pada saat tidur (mimpi basah).

Ciri-ciri seks sekunder pada laki-laki, misalnya tumbuh rambut di sekitar alat kelamin, ketiak, tumbuh kumis, jenggot, tumbuh jakun, suara menjadi besar, otot-otot membesar, dan dada menjadi bidang. Setelah usia 14 tahun, pertambahan tinggi akan berkurang atau melambat. Pada masa pubertas kecerdasan berkembang cepat, kecepatan dan ketepatan keterampilan motorik menonjol, dan perkembangan mental terbentuk.

Pikirkanlah!

Coba kamu cari informasi bagaimana proses menstruasi pada remaja. Kemudian, kumpulkan hasilnya ke guru untuk dinilai!

c. Masa Dewasa

Pada masa dewasa, pertumbuhan tinggi badan pada manusia berhenti. Secara psikologis, manusia sudah matang dalam pemikiran mulai sadar akan tanggung jawabnya. Memikirkan pentingnya pekerjaan dan pendidikan demi masa depan, juga rencana untuk berkeluarga.

d. Manula

Manusia tidak selamanya berada dalam puncak kekuatan. Menjadi tua adalah proses yang biasa dialami semua makhluk hidup, termasuk manusia. Manusia lanjut usia sering disebut manula.

Sumber: google.co.id

Gambar 1.23
Dewasa

Sumber: google.co.id

Gambar 1.24
Manusia lanjut usia

Pada masa usia lanjut ini, kekuatan tumbuh tulang berkurang. Jika cedera susah sembuh. Keadaan keseimbangan metabolisme tubuh berkurang, penyembuhan luka berkurang kecepatannya, kerja organ-organ tubuh menurun, berkurangnya elastisitas kulit, dan rambut memutih.

Pada wanita (umur 48-50) mengalami *menopause*, yaitu berakhirnya kemampuan organ reproduksi menghasilkan ovum. Pada laki-laki kemampuan seksual kemungkinan menurun.

Penurunan yang teratur dalam hal penciuman, pendengaran, penglihatan, dan ingatan. Pada masa usia lanjut sering terjadi gangguan kesehatan. Hal ini tergantung pada manusia, bagaimana memelihara dan menjaga kesehatan tubuhnya. Masa ini, tanggung jawab manusia biasanya sudah berkurang.

Menguji Diri

1. Jelaskan pengertian dari pertumbuhan dan perkembangan!
2. Jelaskan tahap-tahap pertumbuhan dan perkembangan pada manusia!
3. Sebutkan dan jelaskan fase-fase pertumbuhan dan perkembangan zigot pada hewan!
4. Jelaskan tahapan pertumbuhan pascakelahiran pada manusia!
5. Jelaskan perbedaan pertumbuhan dan perkembangan pada hewan dan manusia!

Kilasan Materi

- Pertumbuhan adalah suatu proses pertambahan ukuran, baik volume, bobot, dan jumlah sel yang bersifat *irreversible* (tidak dapat kembali ke asal).
- Perkembangan adalah perubahan atau diferensiasi sel menuju keadaan yang lebih dewasa.
- Tahapan perkembangan pada hewan terdiri dari: pembelahan sel, morfogenesis, deferensiasi, dan pertumbuhan.
- Perkecambahan adalah pertumbuhan awal pada tumbuhan dari biji menjadi tanaman baru.
- Pertumbuhan pada tumbuhan sangat dipengaruhi oleh faktor genetik dan hormon, air dan nutrisi, cahaya, oksigen, suhu, kelembapan, dan pH.
- Hormon adalah senyawa organik tumbuhan yang mampu menimbulkan respons fisiologi pada tumbuhan.
- Auksin adalah hormon yang berasal dari titik tumbuh tumbuhan seperti ujung tunas, kambium, bunga, buah, dan ujung akar.
- Gas etilen dihasilkan oleh buah yang sudah tua tetapi masih berwarna hijau yang disimpan dalam kantung tertutup agar cepat masak.
- Asam absisat adalah hormon yang menghambat pertumbuhan tumbuhan.
- Klorosis adalah penyakit pada tumbuhan dengan gejala daun berwarna pucat karena kekurangan magnesium dan kalsium.
- Fase perkembangan zigot sampai dewasa adalah stadium morula, stadium blastula, stadium gastrula, dan organogenesis.
- Metamorfosis adalah proses perkembangan menjadi hewan dewasa yang mengalami perubahan bentuk yang berbeda dengan tahap sebelumnya.
- Tahap-tahap pertumbuhan dan perkembangan manusia pasca kelahiran adalah masa balita dan anak-anak, masa remaja, masa dewasa, dan masa tua (manula).

Refleksi

Pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup dipengaruhi oleh beberapa faktor. Setelah kamu mempelajari materi pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup, apakah kamu dapat memahami faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup? Manfaat apa yang kamu peroleh setelah mempelajari pertumbuhan dan perkembangan?

Uji Kemampuan

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Hormon yang berperan mempercepat proses pemasakan buah adalah hormon ....
   a. auksin
   b. gas etilen
   c. giberelin
   d. asam absisat

2. Unsur yang diperlukan tumbuhan hijau dari udara untuk proses fotosintesis adalah ....
   a. nitrogen
   b. oksigen
   c. hidrogen
   d. karbon

3. Ujung batang tanaman dapat membengkok ke arah datangnya cahaya karena pengaruh hormon ....
   a. gas etilen
   b. auksin
   c. giberelin
   d. sitokinin

4. Aktivitas kambium yang meninggalkan batas yang jelas pada batang kayu disebut ....
   a. kayu
   b. kulit
   c. lingkaran tahun
   d. floem

5. Di bawah ini adalah zat organik yang dibutuhkan tumbuhan, *kecuali* ....
   a. karbon
   b. oksigen
   c. hidrogen
   d. kalsium

6. Di bawah ini adalah fase-fase perkembangan embrio, *kecuali* ....
   a. blastula
   b. morula
   c. organogenesis
   d. mesoderm

7. Pembentukan lubang lekukan (blastopor) terjadi pada fase ....
   a. blastula
   b. morula
   c. organogenesis
   d. gastrula

8. Embrio akan menempel di dinding rahim ibu pada hari ke ....
   a. 3 - 5
   b. 6 - 9
   c. 10 - 13
   d. 14 - 17

9. Di bawah ini adalah ciri-ciri seks sekunder pada laki-laki, *kecuali* ....
   a. dada menjadi bidang
   b. Suara membesar
   c. pinggul membesar
   d. otot-otot membesar

10. Pada wanita, jika organ reproduksi sudah tidak mampu menghasilkan ovum disebut masa ....
   a. manula
   c. ovulasi
   b. menopause
   d. menstruasi

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!

1. Apa yang dimaksud dengan pertumbuhan dan perkembangan?
2. Jelaskan bagaimana terbentuknya lingkaran tahun pada batang dikotil!
3. Apa perbedaan antara perkecambahan epigeal dan hipogeal?
4. Jelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, hewan, dan manusia!
5. Jelaskan apa ciri-ciri manusia lanjut usia!

1. Perhatikan kecepatan pertumbuhan tanaman yang ada di sekitarmu! Apakah kecepatan pertumbuhan tanaman-tanaman tersebut sama? Mengapa demikian? Jelaskan!
2. Coba kamu cari faktor apa saja yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada hewan!
3. Mengapa bayi dapat bertahan hidup ketika berada di dalam kandungan ibunya? Diskusikan dengan temanmu!

Bab 2

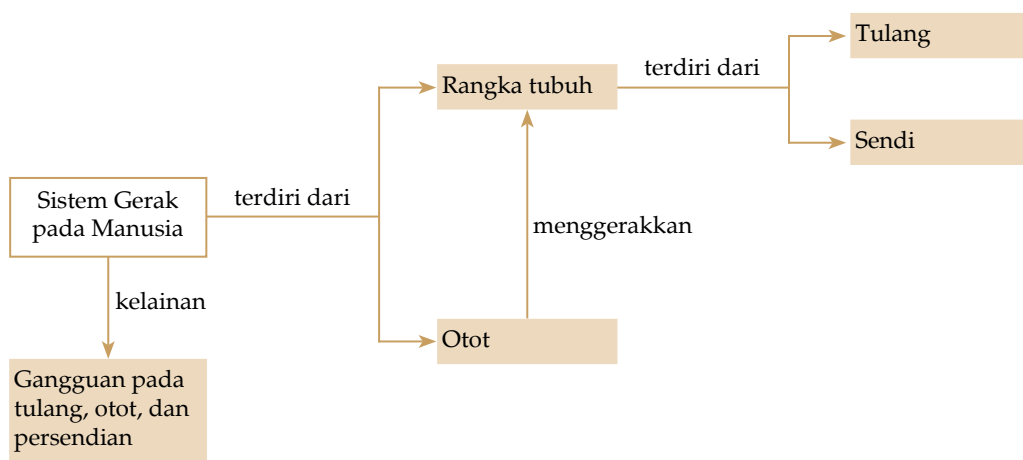
Sistem Gerak pada Manusia

Sumber: *Image bank*

Gambar 2.1
Olahraga

Olahraga merupakan salah satu kegiatan yang dapat menyehatkan tubuh kita. Ketika berolahraga, tentunya kita akan melakukan gerakan, seperti meloncat, berlari, atau berjalan. Gerakan yang kita lakukan merupakan hasil kerja dari sistem gerak. Apa saja yang menyusun sistem gerak pada manusia? Bagaimanakah cara kerjanya? Kelainan atau penyakit apa saja yang dapat terjadi pada sistem gerak? Ayo cermati uraian pada bab ini agar kamu menemukan jawabannya.

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kamu dapat mendeskripsikan sistem gerak pada manusia dan kelainan atau penyakit yang dapat terjadi pada sistem gerak.

Peta Konsep

Hewan dan manusia dapat bergerak secara aktif. Hal ini disebabkan karena manusia dan hewan memiliki alat rangka dan saraf sebagai pengatur gerak.

Manusia dan hewan bergerak untuk menanggapi rangsangan. Gerakan ini terjadi karena adanya kontraksi otot yang menggerakkan tulang. Kerja otot ada yang sinergis (saling mendukung) dan ada yang antagonis (berlawanan). Untuk lebih mengetahui tentang sistem gerak pada manusia, mari cermati uraian berikut.

Gambar 2.2
Rangka tubuh manusia

A. Rangka Tubuh

Pergerakan pada manusia terjadi karena adanya sistem rangka dan sistem otot. Rangka dapat digerakkan karena ada otot yang melekat pada rangka. Oleh karena itu, rangka disebut sebagai alat gerak pasif dan otot sebagai alat gerak aktif.

Rangka memiliki beberapa fungsi, antara lain: sebagai alat gerak pasif, menunjang tegaknya tubuh, memberi bentuk tubuh, dan melindungi alat-alat tubuh dalam yang vital. Selain itu, sebagai tempat pembentukan sel-sel darah merah dan sebagai tempat penimbunan mineral. Rangka terdiri atas tulang rawan dan tulang keras.

1. Pengelompokkan Rangka

Kerangka (skeleton) manusia dapat dibedakan menjadi dua kelompok besar, yaitu skeleton aksial dan skeleton apendikuler.

a. Tulang Aksial

Skeleton aksial meliputi tengkorak, tulang belakang, tulang dada, dan tulang rusuk. Tulang tengkorak terdiri atas 28 buah, semuanya berfungsi untuk melindungi otak, mata, dan telinga bagian dalam. Sedangkan, tulang belakang terdiri atas 33 ruas, masing-masing 7 ruas tulang belakang, 12 ruas tulang punggung, 5 ruas tulang kelangkang, dan 4 ruas tulang ekor. Tulang belakang berfungsi untuk menyangga tengkorak dan sebagai tempat melekatnya tulang rusuk.

Gambar 2.3
Struktur tulang belakang

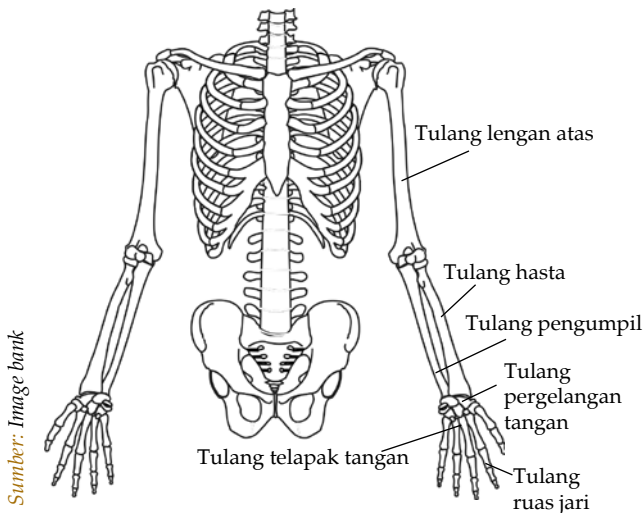
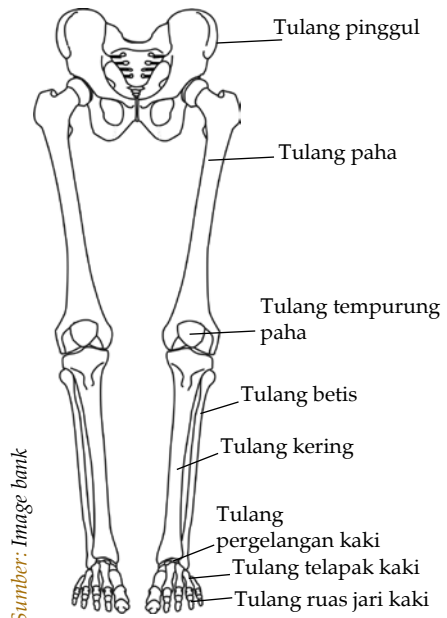
b. Tulang Apendikuler

Tulang apendikuler terdiri atas tulang anggota gerak atas (tungkai atas) dan tulang anggota gerak bawah (tungkai bawah).

1) Tungkai atas

Tungkai atas terdiri atas tulang selangka, tulang belikat, tulang lengan atas (humerus), tulang lengan bawah yang terdiri atas tulang pengumpil (radius) dan hasta (ulna), pergelangan tangan (karpal) berjumlah 8 buah, telapak tangan (metakarpal) berjumlah 5 buah, dan ruas jari tangan (falanges) berjumlah 14 buah.

2) Tungkai bawah

Anggota tungkai bawah bersambungan dengan tulang aksial pada gelangan pinggul. Tungkai bawah terdiri atas tulang pinggul atau pelvic, paha (femur), tempurung lutut (patela), tulang kering (tibia), betis (fibula), ruas pergelangan kaki (tarsal) berjumlah 7 buah, telapak tangan (metatarsal) berjumlah 5 buah, dan ruas jari kaki (falanges) berjumlah 14 ruas.

Gambar 2.4 Struktur tungkai atas

Gambar 2.5 Struktur tungkai bawah

2. Bentuk Tulang

Berdasarkan bentuknya, tulang dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu: tulang pipa, tulang pipih, dan tulang pendek.

a. Tulang Pipa

Tulang pipa merupakan tulang yang berbentuk bulat, memanjang seperti pipa, dan bagian tengahnya berlubang. Tulang pipa terdiri atas tiga bagian, yaitu kedua ujung tulang

(epifis), bagian tengah (diafisis), dan cakraepifisis (antara epifisis dan diafisis). Di dalam tulang pipa terdapat sumsum merah tempat pembuatan sel darah merah. Contohnya, tulang paha dan tulang lengan.

Gambar 2.6
Bentuk tulang pipa

b. Tulang Pipih

Tulang pipih memiliki bentuk gepeng dan tipis. Contohnya, tulang belikat, tulang duduk, dan tulang tengkorak.

c. Tulang Pendek

Tulang pendek memiliki bentuk seperti dadu. Contohnya, pada ruas-ruas pergelangan tangan dan kaki.

Selain ketiga bentuk di atas, terdapat tulang tak berbentuk, contohnya, tulang wajah dan ruas tulang belakang.

3. Pembentukan Tulang

Pembentukan tulang pada manusia dimulai dari tulang rawan yang dibentuk pada saat janin berumur tiga bulan. Rangka ini berasal dari jaringan ikat embrional atau meseukim. Setelah kartilago terbentuk, rongga yang ada di lengannya akan berisi sel-sel pembentuk atau asteoblast.

Pembuluh dari sistem haversi bercabang-cabang menuju matriks, mengangkut zat fosfor dan kalsium. Senyawa fosfor dan kalsium ini menyebabkan matriks tulang menjadi keras. Proses pengerasan tulang ini disebut osifikasi.

Info

Persendian adalah jaringan penyambung antara tulang yang satu dengan tulang yang lain untuk membentuk rangka tubuh.

4. Persendian

Persendian adalah jaringan penyambung antara tulang yang satu dengan tulang yang lain untuk membentuk rangka tubuh. Pada persendian terdapat cairan pelumas yang disebut cairan sinovia. Berdasarkan sifat geraknya sendi dibagi menjadi tiga macam, yaitu sinartrosis, amfiartrosis, dan diartrosis.

a. Sinartrosis

Sinartrosis adalah hubungan antartulang yang tidak memungkinkan adanya pergerakan. Sinartrosis dibagi menjadi dua macam, yaitu:

1) Sinkondrosis

Sinkondrosis adalah sendi yang kedua ujung tulangnya dihubungkan dengan tulang rawan (kartilago). Contohnya,

Gambar 2.7
Sinkondrosis

Sumber: Image bank

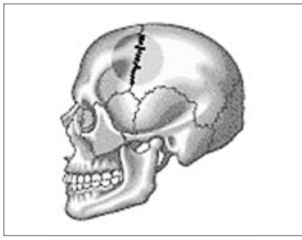
Gambar 2.8
Sinfibrosis

Sumber: Image bank

Gambar 2.9
Simfisis

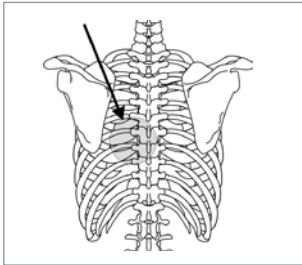
Sumber: Image bank

Gambar 2.10
Sindesmosis

Sumber: Image bank

Gambar 2.11
Tulang telapak tangan

hubungan antara tulang rusuk dengan ruas tulang dada dan hubungan ruas-ruas tulang belakang.

2) Sinfibrosis

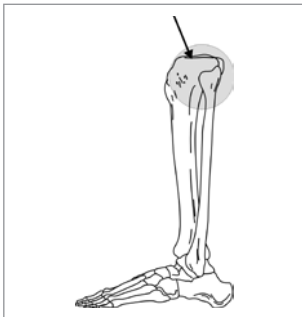
Sinfibrosis adalah sendi yang kedua ujung tulangnya dihubungkan dengan serabut. Contohnya, hubungan antartulang tengkorak. Kemudian, serabut-serabut jaringan ikat ini mengalami osifikasi (penulangan). Hubungan antartulang tengkorak disebut sutura.

b. Amfiartrosis

Amfiartrosis adalah bentuk hubungan antartulang oleh kartilago yang menyebabkan adanya sedikit gerakan. Amfiartrosis dibagi menjadi dua macam, yaitu:

1) Simfisis

Pada simfisis, sendi dihubungkan oleh kartilago serabut yang pipih. Contohnya, sendi antara tulang rusuk dengan tulang belakang yang menyebabkan kamu bisa bernapas atau terjadi gerakan inspirasi dan ekspirasi.

2) Sindesmosis

Pada sindesmosis, sendi dihubungkan oleh jaringan ikat serabut dan ligamen. Contohnya, sendi antara tulang betis dan tulang kering.

c. Diartrosis

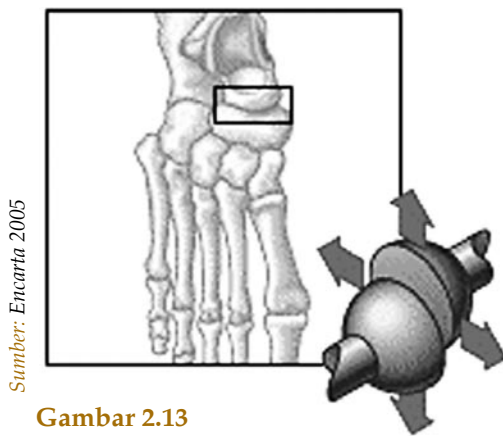
Diartrosis adalah hubungan antara tulang yang satu dengan tulang yang lain oleh persendian, sehingga bisa bergerak dengan leluasa. Berdasarkan tipe gerakannya, persendian diartrosis dapat dibedakan menjadi beberapa macam, yaitu:

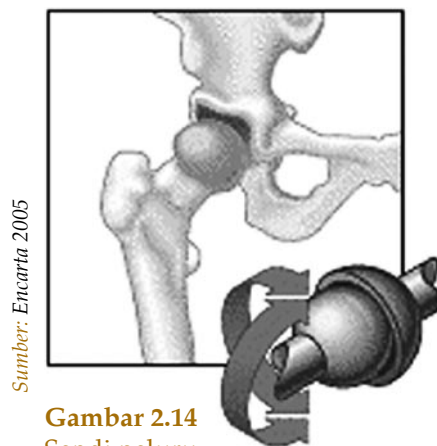
1) Sendi engsel, jika gerak tulang yang dihubungkan hanya bergerak satu arah. Contohnya, hubungan tulang pada lutut, pada siku, dan tulang jari-jari.

Sumber: Encarta 2005

Gambar 2.12 Sendi engsel

2) Sendi putar, bila ujung tulang yang satu bergerak mengitari ujung tulang yang lain. Contohnya, sendi antara tulang tengkorak dengan tulang atlas yang menyebabkan kamu bisa menoleh dan menggeleng, tulang sendi ini juga terdapat pada humerus dengan tulang pengumpil.
3) Sendi pelana, bila kedua ujung tulang membentuk sendi seperti pelana. Contohnya, sendi pada ibu jari dan sendi antara karpal dengan metakarpal.
4) Sendi peluru, bila ujung yang satu berbentuk bongkol seperti peluru yang masuk ke ujung tulang lainnya yang berbentuk cekungan. Sendi ini menyebabkan gerakan yang lebih bebas. Contohnya, hubungan antara tulang paha dengan tulang pinggul.

Sumber: Encarta 2005

Gambar 2.13
Sendi putar

Sumber: Encarta 2005

Gambar 2.14
Sendi peluru

B. Otot

Otot disebut juga alat gerak aktif karena dapat berkontraksi. Otot ini dapat menggerakkan tulang-tulang karena adanya kerjasama otot yang menempel pada tulang-tulang tersebut.

Otot memiliki tiga karakteristik, yaitu kontraksibilitas, ekstensibilitas, dan elastisitas. Kontraksibilitas adalah kemampuan otot untuk berkontraksi (mengerut) sehingga otot menjadi lebih pendek. Ekstensibilitas adalah kemampuan otot untuk berelaksasi atau memanjang dari ukuran semula. Sedangkan, elastisitas adalah kemampuan otot untuk dapat kembali ke ukuran semula setelah berkontraksi. Saat otot kembali ke bentuk semula, otot disebut dalam keadaan relaksasi.

Pikirkanlah

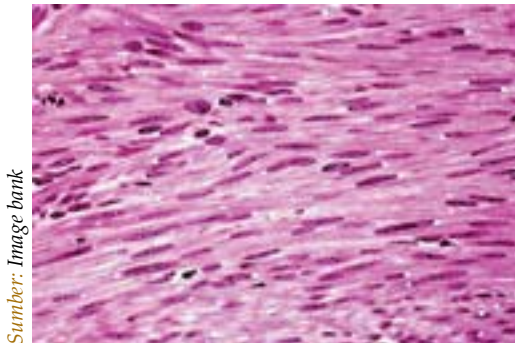
Mengapa pada saat berolahraga otot kita terasa keras, tetapi setelah beristirahat menjadi biasa lagi? Kemukakan pendapatmu!

1. Macam-Macam Otot

Otot dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu otot polos, otot lurik, dan otot jantung.

a. Otot Lurik

Otot lurik memiliki susunan berupa serabut-serabut panjang yang mengandung banyak inti sel dan tampak adanya bagian yang terang diselingi bagian gelap yang melintang. Oleh karena itu, otot lurik disebut juga otot serat melintang.

Umumnya, otot lurik melekat pada rangka sehingga sering disebut juga otot rangka. Otot lurik terdiri atas serabut-serabut halus yang disebut miofibril, memiliki banyak inti, dan memiliki warna polos dengan sitoplasma yang bening. Cara kerjanya dipengaruhi oleh kesadaran atau saraf sadar dan tidak tahan kelelahan.

Sumber: Image bank

Gambar 2.15
Otot lurik

Sumber: Image bank

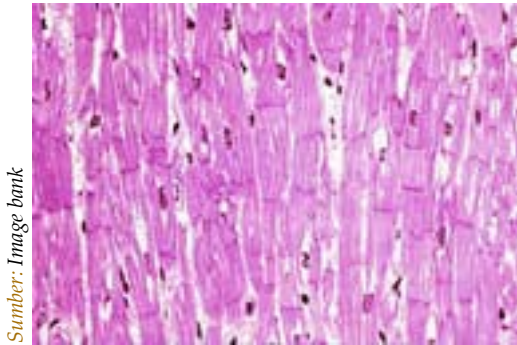
Gambar 2.16
Otot polos

b. Otot Polos

Otot polos sangat berbeda dengan otot lurik karena tidak memiliki serat gelap dan terang. Otot polos memiliki sel-sel berbentuk gelendong dan terdapat sebuah inti di tengah sel.

Karakteristik otot polos adalah gerakannya di bawah pengaruh saraf tak sadar, reaksinya lambat, tetapi mampu berkontraksi dalam waktu lama dan tidak cepat mengalami kelelahan. Otot polos terdapat pada saluran alat-alat dalam, seperti saluran pernapasan, saluran pencernaan, pembuluh darah, dan getah bening.

c. Otot Jantung

Otot jantung atau miokardium hanya terdapat pada dinding jantung. Otot jantung memiliki ciri-ciri seperti otot lurik (memiliki serat gelap dan terang), tetapi cara kerjanya seperti otot polos (dipengaruhi saraf tak sadar). Kerja otot jantung berkaitan erat dengan fungsi jantung untuk memompa darah ke seluruh tubuh.

Sumber: *Image bank*

Gambar 2.17 Otot jantung

Info

Otot yang sedang berkontraksi akan menghasilkan suatu gerak. Untuk melakukan gerakan ini, otot tidak bekerja sendirian, tetapi selalu berpasangan dengan otot lain.

2. Gerak Otot

Otot yang sedang berkontraksi akan menghasilkan suatu gerak. Untuk melakukan gerakan ini, otot tidak bekerja sendirian, tetapi selalu berpasangan dengan otot lain. Kontraksi satu macam otot hanya mampu menggerakkan otot ke satu arah saja. Untuk kembali ke keadaan semula, otot yang lain akan berkontraksi kebalikan dari kerja otot pertama. Berdasarkan tujuan kerjanya, otot dibedakan menjadi antagonis dan otot sinergis.

a. Otot Antagonis

Otot antagonis adalah dua otot atau lebih yang menggerakkan tulang ke arah yang berlawanan. Arah gerakan yang ditimbulkan oleh kontraksi otot juga ditentukan oleh persendiannya.

Berdasarkan arah geraknya, gerakan antagonis dibagi menjadi beberapa macam, yaitu:

1) Abduksi >< Aduksi

Abduksi adalah gerakan anggota tubuh menjauhi sumbu tubuh. Contohnya, merentangkan tangan hingga sejajar dengan bahu. Sedangkan, aduksi adalah gerakan anggota tubuh mendekati sumbu tubuh. Contohnya, tangan setelah direntangkan.

2) Ekstensi >< Fleksi

Ekstensi adalah gerak meluruskan, sedangkan fleksi adalah gerak menekuk. Contohnya, gerak pada siku, lutut, dan ruas-ruas jari.

3) Supinasi >< Pranasi

Supinasi adalah gerakan menengadahkan tangan, sedangkan pronasi adalah gerakan menelungkupkan tangan.

4) Depresi >< Elevasi

Depresi adalah gerakan menurunkan anggota tubuh. Sedangkan, gerakan elevasi adalah mengangkat anggota tubuh.

Aktivitas Siswa

Untuk dapat memahami cara kerja otot antagonis, lakukanlah gerakan-gerakan berikut ini:

1. Merentangkan tangan dan menurunkannya kembali.
2. Menekukkan siku tangan dan meluruskannya kembali.
3. Menengadahkan telapak tangan dan menelungkupkannya kembali.
4. Mengacungkan tangan dan menurunkannya kembali.

Coba kamu sebutkan, termasuk gerakan apakah masing-masing gerakan tersebut! Carilah contoh gerakan lainnya yang mempunyai prinsip yang sama dengan masing-masing gerakan tersebut!

b. Otot Sinergis

Otot sinergis adalah dua otot atau lebih yang bekerja bersama dengan tujuan yang sama. Artinya, otot-otot ini berkontraksi bersama dan berelaksasi bersama pula. Contohnya, otot-otot antartulang rusuk yang bekerja sama ketika kamu menarik napas.

Menurut tempat melekatnya, otot dibedakan menjadi dua macam, yaitu origo dan insersi. Origo adalah ujung otot yang melekat pada tulang-tulang yang tidak bergerak ketika otot berkontraksi. Sedangkan, insersi adalah bagian ujung otot lain yang melekat pada tulang yang bergerak ketika otot berkontraksi.

Info

Otot sinergis adalah dua otot atau lebih yang bekerja bersama dengan tujuan yang sama.

C. Gangguan pada Sistem Gerak

Gangguan pada sistem gerak berupa kelainan atau penyakit pada alat gerak seperti tulang, persendian, dan otot.

1. Gangguan Tulang

Gangguan tulang meliputi:

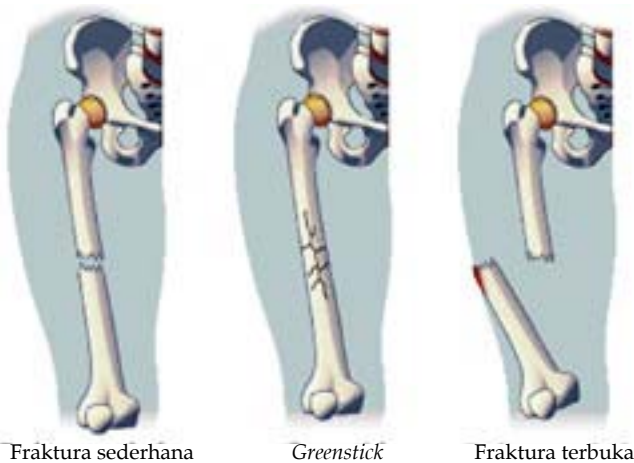
a. Retak Tulang

Retak tulang dibedakan menjadi beberapa macam, yaitu:

(1) Fraktura sederhana, apabila tulang yang retak tidak sampai melukai otot.

(2) *Greenstick* (retak tak lengkap), apabila tulang hanya retak dan sebagian tidak sampai memisah.

(3) Fraktura tertutup, apabila tulang yang patah menyebabkan otot terluka, tetapi tidak keluar dari kulit.

(4) Fraktura terbuka, apabila tulang yang patah sampai mencuat keluar kulit.

Gambar 2.18 Fraktura

b. Rakhitis

Rakhitis adalah penyakit tulang menjadi rapuh karena kekurangan vitamin D. Penderita gangguan ini memiliki tulang kaki berbentuk X atau O.

c. Hidrosefalus

Hidrosefalus adalah kelainan yang disebabkan oleh pengumpulan yang abnormal dari cairan spinal dan terjadi pelebaran rongga otak sehingga kepala membesar.

Sahabatku, Ilmuwan

Archibald Vivian Hill (1886-1977) ialah fisiolog dan biofisikawan Inggris yang menerima penghargaan nobel dalam fisiologi atau kedokteran pada 1922 untuk penemuan yang berkaitan dengan produksi panas dalam otot. Penelitiannya mendorong asal mula kekuatan otot dalam gangguan karbohidrat dengan pembentukan asam laktat dalam kekurangan oksigen.

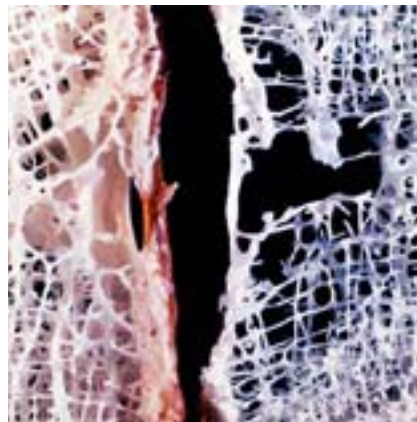
Di Universitas Cambridge (1911-1914), Hill memulai pengamatannya pada termodinamika fisiologi otot dan jaringan syaraf. Ia sanggup menunjukkan bahwa oksigen diperlukan hanya untuk kesembuhan, tidak untuk kontraktil, fase aktivitas otot,

d. Mikrosepalus

Mikrosepalus adalah kelainan yang disebabkan oleh terhambatnya pertumbuhan tulang tengkorak karena kekurangan zat kapur pada waktu bayi. Hal ini menyebabkan kepala menjadi kecil.

e. Osteoporosis

Osteoporosis adalah gangguan tulang karena reabsorpasi bahan tulang terhambat. Hal ini disebabkan oleh kekurangan hormon kelamin pria atau wanita.

Sumber: google.co.id

Gambar 2.19 Osteoporosis

f. Gangguan pada Tulang Belakang

Gangguan pada tulang terjadi karena kedudukan tulang belakang bergeser dari kedudukan normal. Kelainan pada tulang belakang ada beberapa macam, yaitu:

(1) *Kifosis*, jika tulang punggung melengkung ke belakang, sehingga penderita kelihatan bungkuk
(2) *Skoliosis*, jika tulang belakang melengkung ke arah samping, sehingga badan tampak melengkung ke kiri atau ke kanan.
(3) *Lordosis*, jika tulang belakang melengkung ke depan yang menyebabkan kepala tertarik ke belakang.

2. Gangguan Persendian

Gangguan persendian dapat dibedakan menjadi beberapa macam, yaitu:

a. Dislokasi

Dislokasi adalah pergeseran kedudukan sendi karena sobek atau tertariknya ligamen.

b. Keseleo

Keseleo adalah gangguan persendian karena tertariknya ligamen sendi oleh gerakan tiba-tiba atau yang tidak biasa dilakukan.

c. Ankilosis

Ankilosis adalah keadaan sendi tidak dapat digerakkan.

d. Artritis

Artritis atau infeksi sendi, yaitu gangguan sendi karena pera-dangan pada sendi. Artritis dapat dibedakan menjadi beberapa macam, yaitu:

1) *Reumatoid*, yaitu penyakit kronis pada jaringan penghubung sendi.
2) *Ostevartritis*, yaitu penyakit sendi karena menipisnya tulang rawan.
3) *Gautartritis*, yaitu gangguan gerak karena kegagalan metabolisme asam urat.

3. Gangguan Otot

Beberapa gangguan pada otot, antara lain:

a. Kejang Otot

Kejang otot adalah gangguan otot karena melakukan aktivitas terus-menerus, sampai akhirnya otot tidak mampu lagi berkontraksi karena kehabisan energi.

b. Atropi

Atropi adalah gangguan otot karena otot mengecil sehingga kemampuan untuk berkontraksi hilang.

c. Hipertropi

Hipertropi adalah keadaan otot menjadi lebih besar dan kuat karena sering dilatih. Hal ini terjadi pada tubuh atlet, misalnya binaragawan, atlet angkat besi, dan atlet sepakbola.

d. Tetanus

Tetanus adalah kejang otot yang disebabkan oleh toksin yang dihasilkan oleh *Clostridium tetani*.

meletakkan prinsip untuk penemuan rangkaian reaksi biokimia yang dibawa dalam sel otot yang membawa akibat dalam kontraksi.

Ia merupakan guru besar fisiologi di Universitas Manchester (1920-1923) dan University College, London (1923-1925). Ia menjabat sebagai guru besar riset Foulerton Royal Society dari 1926 sampai pengunduran dirinya pada 1951. Karya tulis yang dihasilkannya adalah "Aktivitas Otot" (1926), "Gerakan Otot pada Manusia" (1927), dan "Mesin Kehidupan" (1927).

Pikirkanlah !

Mengapa kamu harus melakukan pemanasan dahulu sebelum berolahraga? Kemukakan pendapatmu!

e. Kaku Leher atau *Stiff*

Kaku leher terjadi karena otot leher mengalami peradangan akibat gerakan atau hambatan yang salah sehingga leher terasa kaku.

f. Hernia Abdominalis

Hernia abdominalis adalah sobeknya otot dinding perut yang lemah sehingga usus melorot masuk ke rongga perut.

Aktivitas Siswa

Bentuklah kelompok terdiri atas 4 - 5 orang. Gunakan alat peraga sistem gerak pada manusia. Kemudian, majulah kelompokmu ke depan kelas. Lalu, tunjukkan rangka tubuh dan otot pada manusia. Nilailah oleh kelompok lain.

Menguji Diri

1. Jelaskan fungsi rangka tubuh dan hubungannya dengan sistem gerak!
2. Sebutkan jenis-jenis persendian yang terdapat dalam tubuh manusia, kemudian jelaskan fungsinya!
3. Bagaimanakah cara kerja rangka tubuh dan otot sehingga kita dapat bergerak?
4. Jelaskanlah cara kerja otot antagonis!
5. Jelaskanlah berbagai macam gangguan pada sistem gerak manusia!

Kilasan Materi

- Gerak pada manusia terjadi karena adanya kerja dari sistem rangka dan sistem otot.
- Kerangka manusia dapat dibedakan menjadi dua kelompok besar, yaitu skeleton aksial dan skeleton apendikuler.
- Berdasarkan bentuknya, tulang manusia dibedakan menjadi tulang pipa, tulang pipih, dan tulang pendek.
- Persendian adalah jaringan penyambung antara tulang yang satu dengan tulang yang lain untuk membentuk rangka tubuh.
- Sinartrosis adalah hubungan antartulang yang tidak memungkinkan adanya pergerakan.
- Amfiartrosis adalah bentuk hubungan antartulang oleh kartilago yang menyebabkan adanya sedikit gerakan.
- Diartrosis adalah hubungan antara tulang yang satu dengan tulang yang lain oleh persendian sehingga bisa bergerak dengan leluasa.
- Karakteristik otot adalah kontraksibilitas (berkontraksi/mengerut), ekstensibilitas (berelaksasi/memanjang), dan elastisitas (kembali ke ukuran semula).
- Otot dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu otot polos, otot lurik, dan otot jantung.
- Berdasarkan tujuan kerjanya, otot dibedakan menjadi antagonis (menggerakan tulang ke arah yang berlawanan) dan sinergis (menggerakkan tulang dengan tujuan yang sama).
- Rakhitis adalah penyakit tulang menjadi rapuh karena kekurangan vitamin D dengan gejala tulang kaki berbentuk X atau O.
- Dislokasi adalah pergeseran kedudukan sendi karena sobek atau tertariknya ligamen.
- Hernia abdominalis adalah sobeknya otot dinding perut yang lemah sehingga usus melorot masuk ke rongga perut.

Refleksi

Gerak yang kita lakukan merupakan hasil koordinasi organ-organ yang merupakan sistem gerak kita. Coba kamu jelaskan kembali cara kerja sistem gerak pada manusia! Faktor-faktor apakah yang mempengaruhinya? Setelah mempelajari sistem gerak pada manusia, manfaat apa yang kamu peroleh sehingga kamu dapat menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari?

Uji Kemampuan

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Tulang rawan tersusun atas ....
   a. kartilago
   b. kondrosit
   c. osteosit
   d. osteoblas

2. Berikut ini adalah jenis tulang berdasarkan bentuknya, *kecuali* ....
   a. tulang pipa
   b. tulang pipih
   c. tulang paha
   d. tulang hasta

3. Tulang yang termasuk anggota gerak atas adalah ....
   a. tulang pinggul
   b. tulang paha
   c. tulang kering
   d. tulang hasta

4. Sendi yang hanya bergerak ke satu arah adalah ....
   a. sendi putar
   b. sendi engsel
   c. sendi peluru
   d. sendi pelana

5. Pernyataan di bawah ini yang tidak sesuai adalah ....
   a. kontraksibilitas
   b. ekstensibilitas
   c. elastisitas
   d. relativitas

6. Otot disebut sebagai alat gerak aktif karena mempunyai kemampuan untuk ....
   a. memecah ATP
   b. berelaksasi
   c. berkontraksi
   d. memanjang

7. Setelah lama beraktivitas, kamu merasa pegal. Hal ini disebabkan karena ....
   a. ADP
   b. ATP
   c. glukosa
   d. asam laktat

8. Sendi yang tidak dapat digerakkan adalah ....
   a. sinartrosis
   b. amfiartrosis
   c. diartrosis
   d. simfisis

9. Tetanus adalah gangguan pada sistem otot yang disebabkan oleh ....
   a. kram
   b. kejang otot
   c. latihan otot
   d. virus

10. Pembengkokan tulang belakang ke arah samping disebut ....
   a. lordosis
   b. skoliosis
   c. kifosis
   d. simfisis

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!

1. Apa fungsi rangka bagi tubuh?
2. Apa perbedaan antara tulang pipa, pipih, dan pendek?
3. Apa perbedaan antara sendi engsel dan sendi pelana?
4. Ada berapa macam otot manusia? Jelaskan!
5. Jelaskan apa yang dimaksud dengan gerak otot antagonis! Berikan contohnya!

1. Apakah kamu dapat menggerakkan tubuhmu jika di dalam tubuhmu tidak terdapat otot? Jelaskan!
2. Pernahkah kamu melihat orang yang kakinya berbentuk seperti huruf O atau X? Hal itu terjadi karena kelainan pada tulang akibat kurang terjaga kesehatannya. Tentunya kamu tidak ingin menjadi seperti itu, bukan? Bagaimanakah cara merawat rangka tubuhmu agar tetap sehat dan kuat serta tumbuh secara normal? Kemukakan pendapatmu!
3. Coba kamu diskusikan dengan teman sebangku, bagaimana peranan rangka tubuh dan otot dalam sistem gerak manusia!

Bab 3

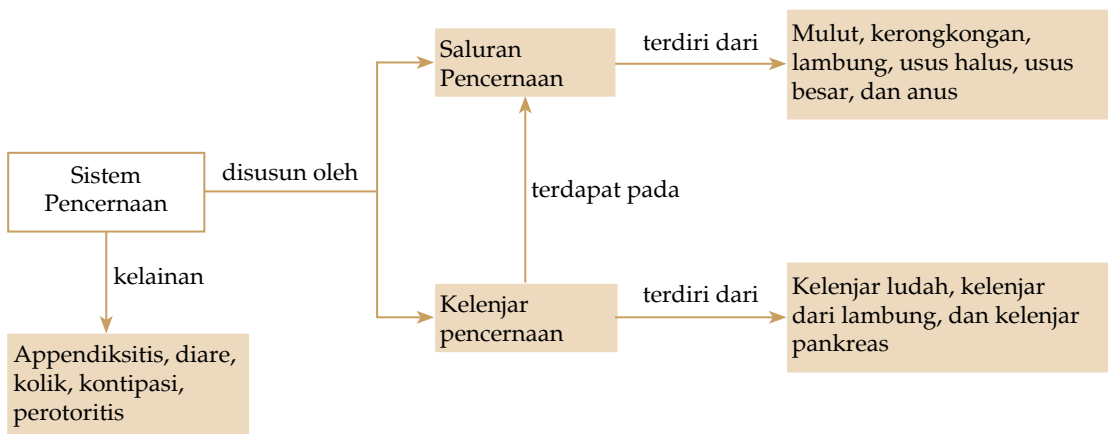
Sistem Pencernaan

Sumber: Dok. Penerbit

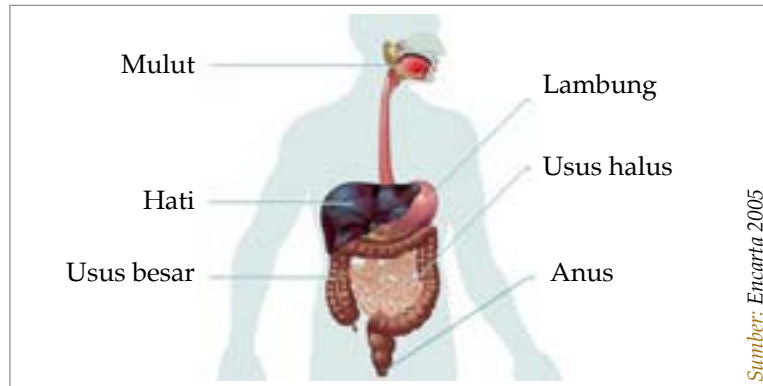
Gambar 3.1
Orang sedang makan

Pernahkah kamu berpikir dari manakah energi yang kamu peroleh untuk melakukan berbagai aktivitas, seperti berolahraga dan berjalan? Energi yang kamu peroleh berasal dari makanan yang kamu makan. Makanan yang kamu makan harus bergizi, yaitu yang cukup mengandung karbohidrat, protein, lemak, mineral, dan vitamin. Untuk menghasilkan energi, makanan terlebih dulu dicerna oleh sistem pencernaan. Apakah yang dimaksud dengan sistem pencernaan? Organ apa saja yang menyusun sistem pencernaan pada manusia? Kelainan apa saja yang dapat terjadi pada sistem pencernaan? Kamu dapat menemukan jawabannya setelah mempelajari bab ini.

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kamu dapat mendeskripsikan pengertian sistem pencernaan, menyebutkan organ-organ sistem pencernaan pada manusia beserta fungsinya, dan mendeskripsikan kelainan atau penyakit pada sistem pencernaan.

Peta Konsep

A. Sistem Pencernaan pada Manusia

Proses pencernaan adalah proses pemecahan makanan menjadi molekul yang lebih sederhana. Proses pencernaan ini terjadi jika ada sistem pencernaan.

Sistem pencernaan makanan terdiri atas saluran pencernaan dan kelenjar pencernaan.

Gambar 3.2 Sistem pencernaan pada manusia

1. Saluran Pencernaan

Saluran pencernaan terdiri atas rongga mulut, kerongkongan, lambung, usus halus, usus besar, dan anus.

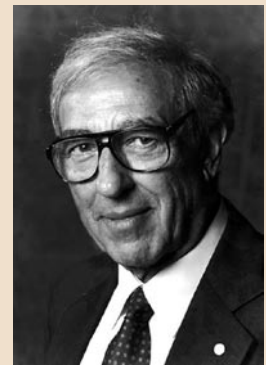
a. Rongga Mulut

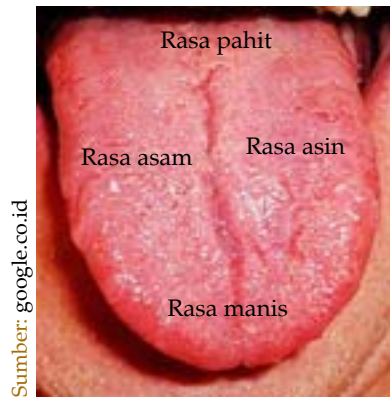
Pencernaan makanan dimulai dari mulut. Di dalam rongga mulut terjadi pencernaan secara mekanis dan kimiawi. Pencernaan secara mekanik menggunakan gigi, sedangkan pencernaan secara kimiawi menggunakan enzim.

Di dalam rongga mulut terdapat alat-alat yang membantu berlangsungnya pencernaan makanan. Alat-alat tersebut di antaranya adalah lidah, gigi, dan kelenjar ludah.

1) Lidah

Lidah berfungsi membantu mengaduk makanan di dalam rongga mulut, selanjutnya mendorong makanan pada waktu penelanan. Selain itu, fungsinya sebagai pengecap rasa makanan, yaitu rasa asin, manis, pahit, dan masam serta peka terhadap panas, dingin, dan tekanan.

Sahabatku, Ilmuwan

Edmond H. Fischer adalah ahli Biologi dari Amerika. Pada 1992, ia meraih hadiah Nobel untuk bidang ilmu fisiologi atau obat. Fischer dapat mempertunjukkan bagaimana sel memecah glukosa di dalam aliran darah untuk digunakan sebagai bahan bakar atau energi.

Gambar 3.3 Rongga mulut manusia

Gambar 3.4 Bagian lidah

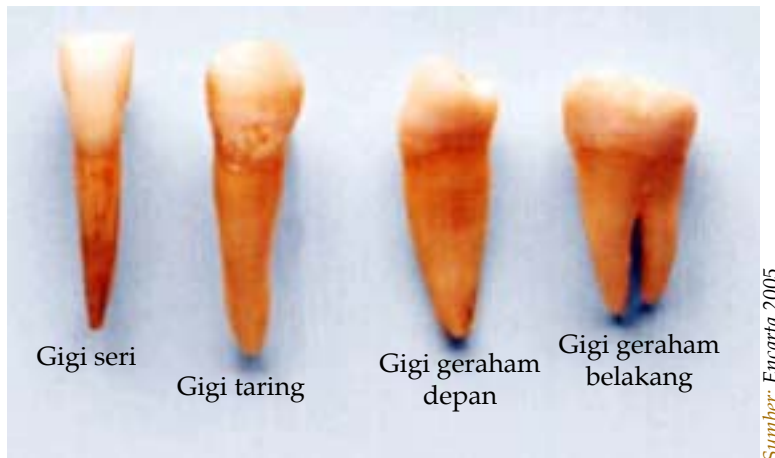
2) Gigi

Gigi memiliki puncak gigi/mahkota gigi, leher gigi, dan akar gigi. Puncak gigi/mahkota gigi adalah bagian yang tampak dari luar. Leher gigi adalah bagian gigi yang terlindung di dalam gusi dan merupakan batas antara mahkota dan akar gigi. Akar gigi adalah bagian gigi yang tertanam di dalam rahang.

Lapisan gigi paling luar dan merupakan lapisan yang keras pada puncak gigi disebut email, fungsinya melindungi tulang gigi. Jika email rusak, gigi mudah rusak. Di dalam email terdapat tulang gigi yang terbuat dari dentin, yaitu jaringan berwarna kekuningan.

Lapisan luar dari gigi disebut sementum atau semen gigi. Di bagian dalam gigi terdapat rongga gigi/pulpa. Rongga pada bagian dalam gigi berisi serabut saraf dan pembuluh darah.

Gigi tersusun berderet dan terletak pada rahang atas dan rahang bawah. Gigi mulai tumbuh pada bayi berumur kira-kira 6 - 7 bulan. Gigi pada anak-anak tersebut disebut gigi susu/gigi sulung. Semua gigi susu berjumlah 20 buah. Setelah anak berumur 6 - 14 tahun, gigi susu ini tanggal satu per satu dan digantikan dengan gigi tetap. Gigi tetap adalah gigi yang dimiliki oleh orang dewasa. Gigi tetap berjumlah 32 buah.

Gigi terbagi menjadi tiga macam, yaitu gigi seri (*incicivus*) untuk memotong makanan, gigi taring (*caninus*) fungsinya untuk merobek makanan, dan gigi geraham (*premolar* = depan, *molar* = belakang) fungsinya untuk mengunyah makanan.

Gambar 3.5 Jenis-jenis gigi

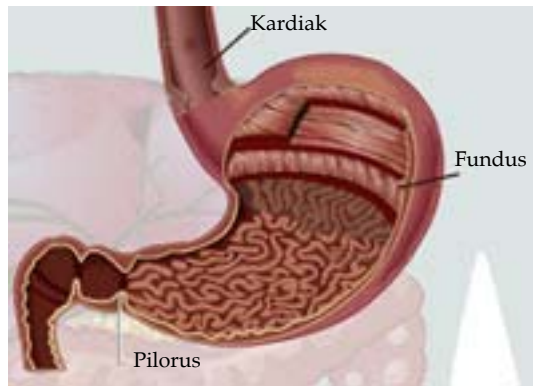
b. Kerongkongan (Esofagus)

Kerongkongan merupakan sebuah saluran yang pipih dan membulat tempat makanan masuk ke lambung. Panjang kerongkongan kurang lebih 20 cm, sedangkan lebarnya kurang lebih 2 cm. Kerongkongan dapat melakukan gerakan melebar dan menyempit, bergelombang, dan meremas-remas guna mendorong makanan masuk. Gerakan demikian disebut sebagai gerak peristaltik. Di esofagus, makanan tidak mengalami proses pencernaan.

c. Lambung (Ventrikulus)

Lambung merupakan suatu kantung yang terletak di dalam rongga perut di sebelah kiri, di bawah sekat rongga badan. Lambung terdiri dari tiga daerah, yaitu daerah kardiak, fundus, dan pilorus.

Kardiak adalah bagian atas lambung yang merupakan daerah pintu masuk makanan dari kerongkongan. Fundus adalah bagian tengah lambung yang bentuknya membulat. Pilorus adalah bagian bawah lambung yang merupakan daerah yang berhubungan dengan usus dua belas jari.

Di dalam lambung, makanan dicerna secara kimiawi. Dinding lambung tersusun dari tiga lapisan otot, yakni otot melingkar, memanjang, dan menyerang. Kontradiksi dari ketiga macam lapisan otot tersebut mengakibatkan gerak peristaltik (gerak menggelombang). Gerak peristaltik menyebabkan makanan di dalam lambung diaduk-aduk sehingga saling bergesekan dan terbentuklah bubur.

Gambar 3.6 Lambung manusia

d. Usus Halus (Intestinum)

Usus halus merupakan saluran pencernaan terpanjang yang terdiri dari tiga bagian, yaitu usus dua belas jari (duodenum), usus kosong (jejunum), dan usus penyerapan (ileum).

Panjang usus kosong (jejunum) antara 1,5 sampai 1,75 m. Di dalam usus ini, makanan mengalami pencernaan secara kimiawi oleh enzim yang dihasilkan dinding usus. Usus penyerapan (ileum) panjangnya antara 0,75 m sampai 3,5 m.

Di dalam usus terjadi penyerapan sari-sari makanan. Permukaan dinding ileum dipenuhi oleh jonjot-jonjot usus atau vili. Adanya jonjot usus mengakibatkan permukaan ileum menjadi makin luas sehingga penyerapan makanan dapat berjalan dengan baik. Penyerapan sari makanan oleh usus halus disebut absorpsi.

Info

Usus halus terdiri dari tiga bagian, yaitu usus dua belas jari, usus kosong, dan usus penyerapan.

e. Usus Besar (Kolon)

Usus besar merupakan kelanjutan dari usus halus. Usus besar memiliki tambahan usus yang disebut umbai cacing (apendiks). Panjang usus besar lebih kurang 1 m. Usus besar terdiri atas bagian usus yang naik, bagian mendatar, dan bagian menurun. Batas antara usus halus dengan usus besar disebut usus buntu.

Fungsi utama usus besar adalah mengatur kadar air sisa makanan. Jika kadar air yang terkandung dalam sisa makanan berlebihan, akan diserap oleh usus besar. Sebaliknya, jika sisa makanan kekurangan air, akan ditambah air.

Pikirkanlah

Apa yang akan terjadi jika di dalam usus besar tidak ada bakteri pembusuk *Eschericia coli*?

Di dalam usus besar terdapat bakteri pembusuk *Eschericia coli* yang membusukkan sisa-sisa makanan menjadi kotoran (feses). Proses ini disebut proses defekasi, di mana feses menjadi lunak dan mudah dikeluarkan.

Di bagian akhir usus besar yang panjangnya lebih kurang 15 cm terdapat rektum. Di rektum tidak lagi terjadi penyerapan air. Rektum bermuara pada anus.

f. Anus

Anus mempunyai dua otot, yaitu otot tak sadar pada bagian internal dan otot sadar pada bagian eksternal. Feses yang menyentuh dinding rektum akan merangsang relaksasi (mengendur) otot tak sadar sehingga ada keinginan membuang air besar.

2. Kelenjar Pencernaan

Kelenjar pencernaan terdiri atas kelenjar ludah, kelenjar dari lambung, dan kelenjar pankreas.

a. Kelenjar Ludah

Kelenjar ludah memiliki 3 pasang kelenjar yang menghasilkan ludah. Ludah dialirkan melalui saluran ludah yang bermuara ke dalam rongga mulut. Kelenjar ludah tersebut adalah kelenjar ludah parotid (di dekat pelipis), kelenjar ludah rahang bawah, dan kelenjar ludah bawah lidah.

Ludah mengandung air, lendir, garam, dan enzim ptialin. Enzim ptialin berfungsi mengubah zat tepung (amilum) menjadi gula, yaitu maltosa dan glukosa. Jika kamu membiarkan nasi di dalam mulut yang mula-mula terasa tawar beberapa saat kemudian akan terasa manis.

b. Kelenjar dari Lambung

Getah lambung dihasilkan oleh kelenjar-kelenjar yang terdapat di bagian dinding lambung sebelah dalam. Getah lambung mengandung asam lambung (HCl), pepsin, dan renin. Asam lambung berperan sebagai pembunuh mikroorganisme dan mengaktifkan enzim pepsinogen menjadi pepsin. Pepsin merupakan enzim yang dapat mengubah protein menjadi molekul yang lebih kecil. Renin merupakan enzim khusus yang hanya terdapat pada mamalia, berperan mengubah kaseinogen menjadi kasein. Kasein digumpalkan oleh ion Ca^{2+} dari susu sehingga dapat dicerna oleh pepsin.

c. Kelenjar Pankreas

Kelenjar pankreas menghasilkan getah pankreas. Getah pankreas mengandung enzim amilase, tripsinogen, dan lipase. Amilase berfungsi untuk mengubah zat tepung menjadi gula. Tripsinogen berubah menjadi tripsin yang aktif. Tripsin mengubah protein menjadi peptida dan asam amino. Sedangkan, lipase mengubah lemak menjadi gliserol.

Info

Gangguan pada sistem pencernaan makanan dapat disebabkan oleh faktor luar, seperti makanan yang beracun atau toksin bakteri dan faktor dalam, seperti kelainan alat pencernaan makanan.

B. Gangguan dan Kelainan pada Sistem Pencernaan Makanan

Gangguan pada sistem pencernaan makanan dapat disebabkan oleh faktor luar, seperti makanan yang beracun atau toksin bakteri dan faktor dalam, seperti kelainan alat pencernaan makanan. Gangguan tersebut antara lain:

1) Apendiksitis, yaitu peradangan pada apendiks (umbai cacing) yang disebabkan oleh infeksi bakteri.
2) Diare, yaitu keadaan dimana peristaltik dipercepat sehingga feses cair dan berlendir.
3) Kolik, yaitu nyeri hebat yang terjadi karena salah cerna, disebabkan minum alkohol atau makan cabai terlalu banyak.
4) Kontipasi atau sembelit, yaitu keadaan dimana feses lambat didorong, absorbsi air cukup tinggi, dan akibatnya feses menjadi keras.
5) Peritoritis, yaitu adanya peradangan pada selaput rongga perut (peritonium).

Menguji Diri

1. Bagaimanakah proses pencernaan makanan pada manusia?
2. Jelaskan fungsi organ-organ yang menyusun saluran pencernaan makanan pada manusia!
3. Sebutkan jenis-jenis gigi pada manusia! Jelaskan fungsinya masing-masing!
4. Jelaskan macam-macam kelenjar pencernaan yang ada dalam sistem pencernaan manusia!
5. Jelaskan gangguan dan kelainan pada sistem pencernaan makanan!

Kilasan Materi

- Proses pencernaan adalah proses pemecahan makanan menjadi molekul yang lebih sederhana.
- Saluran pencernaan terdiri dari: rongga mulut, kerongkongan, lambung, usus halus, usus besar, dan anus.
- Lidah berfungsi untuk membantu mengaduk makanan di dalam rongga mulut dan selanjutnya mendorong makanan pada waktu penelanan, serta mengecap rasa makanan.
- Gigi terbagi menjadi tiga macam, yaitu gigi seri (*incicivus*) untuk memotong makanan, gigi taring (*caninus*) untuk merobek makanan, dan gigi geraham (*premolar* = depan, *molar* = belakang) untuk mengunyah makanan.
- Gerakan peristaltik adalah gerakan melebar dan menyempit, bergelombang dan meremas-remas guna mendorong makanan masuk.
- Bagian-bagian lambung adalah kardiak (atas), fundus (tengah), dan pilorus (bawah).
- Usus halus tersusun oleh: usus dua belas jari (duodenum), usus kosong (jejunum), dan usus penyerapan (ileum).
- Fungsi utama usus besar adalah mengatur kadar air sisa makanan.
- Kelenjar pencernaan terdiri atas kelenjar ludah, kelenjar dari lambung, dan kelenjar pankreas.
- Apendiksitis, yaitu peradangan pada apendiks (umbai cacing) yang disebabkan infeksi bakteri.

Refleksi

Sistem pencernaan sangat berperan untuk mengubah makanan yang kita makan menjadi energi. Setelah mempelajari sistem pencernaan pada manusia, coba kamu jelaskan kembali cara kerja sistem pencernaan pada manusia! Manfaat apa yang kamu peroleh setelah mempelajari bab ini?

Uji Kemampuan

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Pencernaan makanan adalah ....
   a. penghancuran makanan secara mekanik
   b. penyerapan makanan oleh jonjot-jonjot usus
   c. penghancuran makanan dengan bantuan enzim
   d. pemecahan makanan hingga dapat diserap usus

2. Rasa lapar akan timbul bila ....
   a. lambung kosong dari bahan makanan
   b. turunnya kadar gula dalam darah
   c. berkurangnya bahan makanan dalam tubuh
   d. persediaan energi di dalam tubuh berkurang

3. Enzim pencernaan yang terdapat pada lambung adalah ....
   a. ptialin dan enterokinase
   b. renin dan pepsin
   c. steapsin dan tripsin
   d. tripsin dan erepsin

4. Enzim tripsin mengubah protein menjadi ....
   a. asam lemak oleh peptida
   b. asam amino oleh peptida
   c. asam amino dan asam lemak
   d. protein cair oleh HCL

5. Enzim yang mengubah lemak menjadi gliserol adalah ....
   a. penin c. amilase
   b. renin d. lipase

6. Garam mineral dan vitamin tidak mengalami proses pencernaan sebab ....
   a. merupakan zat pembangun
   b. merupakan zat pengatur
   c. mudah larut dan diserap
   d. tidak bereaksi dengan enzim

7. Air diserap tubuh terutama di ....
   a. usus halus
   b. ileum
   c. duodenum
   d. lambung

8. Saluran pencernaan yang mengatur kadar air sisa makanan adalah ....
   a. usus besar
   b. usus halus
   c. usus buntu
   d. anus

9. Pernyataan yang benar mengenai gangguan pencernaan dan penyebabnya adalah ....
   a. sembelit - kurang makanan berserat
   b. diare - kelebihan asam lambung
   c. gastritis - iritasi pada dinding kolon
   d. ulkus - adanya racun yang dikeluarkan bakteri

10. Pada peradangan usus buntu, operasi yang dilakukan adalah memotong ....
    a. kolon c. apendiks
    b. sekum d. intestinum

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!

1. Sebutkan saluran pencernaan pada manusia secara berurutan!
2. Apakah fungsi kelenjar ludah?
3. Pada bagian manakah dari gigi yang berisi pembuluh darah dan urat saraf?
4. Jelaskan perbedaan proses pencernaan mekanik dan kimiawi!
5. Mengapa dinding usus halus berlipat-lipat?

1. Salah satu gangguan pada sistem pencernaan adalah diare. Pada saat diare, feses berbentuk cair dan berlendir. Coba kamu cari faktor apa saja yang menyebabkan diare! Setelah itu, temukan keterkaitannya dengan faktor makanan yang kamu makan dan kerja sistem pencernaan makanan!
2. Jelaskan hubungan sistem pencernaan makanan pada manusia dengan kesehaan tubuh! Berikan contohnya!
3. Buatlah sebuah cerita yang menjelaskan perjalanan makanan melewati sistem pencernaan yang dimulai dari mulut sampai dibuang lagi melalui anus dan peristiwa-peristiwa yang dialami makanan tersebut! Kerjakanlah bersama teman sekelompokmu!

Bab

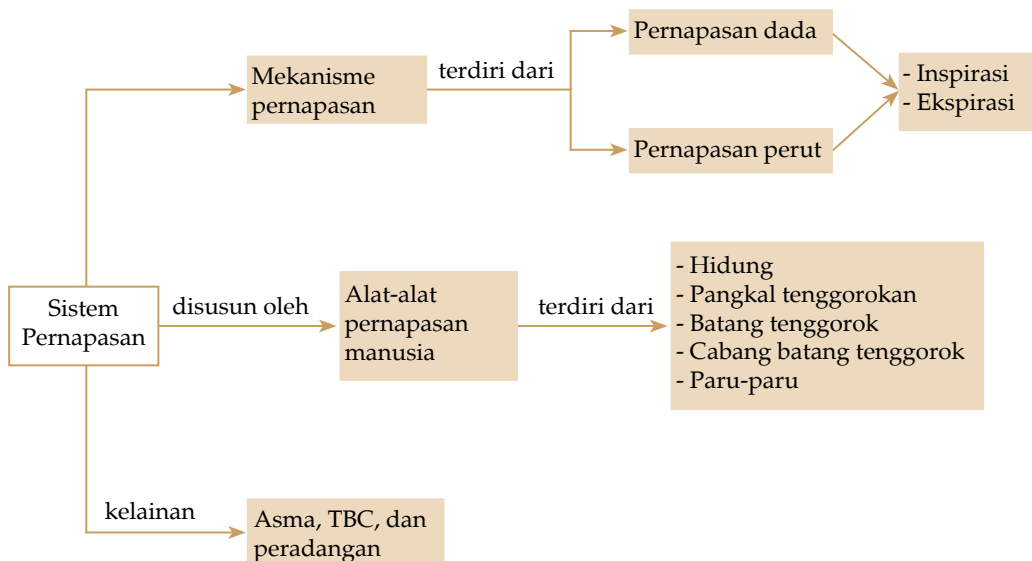
4 Sistem Pernapasan

Sumber: Dokumen Penerbit

Gambar 4.1
Orang sedang melakukan pernapasan

Hidung merupakan salah satu alat pernapasan. Melalui hidung, udara dapat keluar atau masuk ke dalam tubuh. Selain hidung, apalagi yang termasuk alat-alat pernapasan pada manusia? Apa fungsi dari alat-alat tersebut? Kelainan atau penyakit apa saja yang dapat mengganggu sistem pernapasan manusia? Ayo temukan jawabannya dengan mempelajari bab ini.

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kamu dapat mendeskripsikan alat-alat pernapasan manusia dan fungsinya, mendeskripsikan mekanisme pernapasan manusia, serta mendeskripsikan kelainan atau penyakit pada sistem pernapasan manusia.

Peta Konsep

Pernapasan merupakan salah satu ciri makhluk hidup. Pernapasan berfungsi untuk pembakaran makanan dalam tubuh. Pembakaran ini akan menghasilkan energi yang digunakan untuk melakukan berbagai aktivitas. Ayo cermati uraian berikut ini.

A. Sistem Pernapasan

Pernapasan adalah proses pengambilan oksigen dari udara dan mengeluarkan karbon dioksida ke udara. Proses bernapas terdiri atas dua kegiatan, yaitu menghirup udara dan menghembuskan udara. Proses menghirup udara disebut inspirasi dan proses menghembuskan udara disebut ekspirasi.

Info

Pernapasan adalah proses pengambilan oksigen dari udara dan mengeluarkan karbon dioksida ke udara.

1. Mekanisme Pernapasan

Berdasarkan tempatnya, mekanisme pernapasan dibedakan menjadi pernapasan dada (pernapasan tulang rusuk) dan pernapasan perut (pernapasan diafragma).

a. Pernapasan Dada

Berikut ini adalah mekanisme pernapasan dada.

1) Fase inspirasi

Otot antartulang rusuk berkontraksi (berkerut) → tulang rusuk terangkat → volume rongga dada membesar → tekanan rongga dada mengecil → paru-paru mengembang → tekanan paru-paru mengecil → udara masuk ke paru-paru (alveolus).

2) Fase ekspirasi

Otot antartulang rusuk relaksasi (mengendor) → tulang rusuk kembali ke posisi semula → rongga dada menyempit → tekanan rongga dada membesar → paru-paru mengempis → tekanan paru-paru membesar → udara keluar dari paru-paru (alveolus).

b. Pernapasan Perut

Berikut ini adalah mekanisme pernapasan perut.

1) Fase inspirasi

Otot diafragma berkontraksi → diafragma menjadi datar → rongga dada membesar → tekanan dalam rongga dada mengecil → paru-paru mengembang → tekanan dalam paru-paru mengecil → udara masuk ke dalam paru-paru.

Pikirkanlah

Apa perbedaan antara pernapasan dada dan perut? Diskusikan dengan teman sekelompokmu.

Sahabatku, Ilmuwan

Corneille Jean François Heymans (1892-1968) ialah seorang dokter dan peneliti asal Belgia yang lahir di Gent pada 28 Maret 1892. Ia menemukan bagaimana pernapasan, jantung, dan peredaran darah manusia berinteraksi, dan bagaimana pengaruh sinus dan arteri mempengaruhi pernapasan pada kita.

Pada 1922, ia menjadi dosen farmakodinamika di Universiteit Gent dan diundang untuk menjadi profesor keliling oleh banyak perguruan tinggi terkenal lainnya. Sebagai direktur Institut J.F. Heymans (didirikan oleh ayahnya), ia menyelesaikan penelitian mendasar atas pernapasan dan paru-paru

2) Fase ekspirasi

Otot diafragma relaksasi → diafragma melengkung ke atas → rongga dada mengecil → tekanan dalam rongga dada membesar → paru-paru mengempis → tekanan dalam paru-paru membesar → udara keluar dari paru-paru.

2. Volume Udara Pernapasan

a. Volume paru-paru: kira-kira 5 liter.
b. Udara tidal: udara yang keluar masuk ± 0,5 liter pada waktu istirahat.
c. Udara suplementer: udara yang dikeluarkan paru-paru dengan menghembuskan napas sekuat-kuatnya, ± 1500 ml.
d. Udara komplementer: udara yang masuk ke paru-paru dengan menarik napas sekuat-kuatnya, ± 1500 ml.
e. Udara residu: udara yang masih tersisa dalam paru-paru setelah menghembuskan napas sekuat-kuatnya, ± 1000 ml.
f. Kapasitas total: volume udara yang bisa ditampung paru-paru secara maksimal, ± 5000 ml (jumlah kapasitas vital paru-paru dan udara residu).
g. Kapasitas vital paru-paru: udara yang keluar masuk paru-paru secara maksimal, ± 4000 ml.

3. Frekuensi Pernapasan

Pada ukurannya, setiap menit manusia melakukan pernapasan antara 15-18 kali (inspirasi-ekspirasi). Cepat lambatnya manusia bernapas dipengaruhi oleh beberapa faktor, baik dari dalam maupun dari luar, yaitu:

a. Umur

Umumnya, makin bertambah umur seseorang, irama pernapasannya makin lambat. Hal ini berkaitan dengan makin berkurangnya kebutuhan energi. Usia balita atau anak-anak, dan remaja merupakan masa pertumbuhan fisik yang sangat membutuhkan banyak energi. Hal ini berarti laju metabolisme dalam tubuh juga akan lebih cepat sehingga membutuhkan banyak oksigen.

b. Jenis Kelamin

Laki-laki umumnya beraktivitas lebih banyak dan bekerja lebih keras daripada perempuan. Hal ini akan mengakibatkan makin tingginya kebutuhan energi sehingga membutuhkan banyak oksigen untuk meningkatkan laju metabolisme tubuh.

manusia, peredaran darah, metabolisme, otak, dan pengaruh obat-obatan dan stimulan pada organisme manusia. Penemuannya membuatnya memenangkan Hadiah Nobel Kedokteran 1938.

c. Suhu Tubuh

Manusia termasuk jenis makhluk hidup yang memiliki suhu tubuh relatif konstan sekitar 36,4° C - 37,2° C. Suhu tubuh konstan karena manusia mampu mengatur produksi panas tubuhnya dengan cara meningkatkan laju metabolisme tubuh. Makin rendah suhu tubuh, makin cepat pernapasan. Sebaliknya, makin tinggi suhu makin lambat pernapasan.

d. Posisi Tubuh

Posisi tubuh menentukan sedikit banyaknya otot dan organ tubuh yang bekerja. Hal ini berarti menentukan kebutuhan energi yang diperlukannya dan mempengaruhi kepada irama pernapasan. Sebagai contoh, irama pernapasan pada posisi berdiri lebih cepat daripada orang yang duduk atau orang yang berbaring.

e. Kegiatan Tubuh

Makin banyak organ tubuh yang bekerja dan makin berat kerja organ tersebut, makin tinggi kebutuhan energi yang diperlukan sehingga laju metabolisme dan irama pernapasan makin cepat.

Sumber: google.co.id

Gambar 4.2
Frekuensi pernapasan orang yang sedang berolah raga lebih banyak daripada yang sedang bersantai

4. Proses Pertukaran O_2 dan CO_2

Udara masuk hidung kemudian ke trakea dan masuk paru-paru. Di dalam paru-paru udara masuk ke alveolus, di alveolus O_2 masuk ke kapiler-kapiler darah secara difusi. Di dalam darah O_2 diikat oleh Hb (oksihemoglobin) dan diedarkan ke seluruh jaringan tubuh menuju sel-sel tubuh.

Di dalam sel-sel tubuh, Hb melepas O_2 di mana O_2 digunakan untuk oksidasi zat makanan di mitokondria. Oksidasi ini disebut juga respirasi sel. Oksidasi sel menghasilkan energi dan zat sisa CO_2. CO_2 larut dalam darah, kemudian diangkut menuju paru-paru. Di dalam paru-paru, CO_2 masuk ke alveolus secara difusi. Selanjutnya CO_2 dikeluarkan dari paru-paru, kemudian dihembuskan lewat hidung. Penguapan air dari membran alveolus menghasilkan uap air.

Aktivitas Siswa

Lakukan aktivitas ini secara berkelompok.

Tujuan:
Mengetahui bahwa udara yang keluar dari paru-paru mengandung karbon dioksida dan uap air.

Alat dan bahan:
Gelas, air kapur, dan selang plastik.

Cara kerja:
1. Ambillah segelas air kapur yang jernih.
2. Hembuskan napasmu perlahan-lahan melalui pipa ke dalam air kapur tersebut.

Pertanyaan:
1. Apakah yang terjadi pada air kapur setelah kamu menghembuskan napas ke dalamnya?
2. Apakah yang menyebabkan hal ini terjadi? Jelaskan!
3. Buatlah kesimpulan!

Alat:
Cermin.

Cara kerja:
1. Ambillah cermin bersih.
2. Hembuskan udara yang keluar dari hidung pada permukaan cermin.
3. Bagaimanakah permukaan cermin?
4. Buatlah kesimpulan! Diskusikan dengan teman sekelompokmu.

Gambar 4.3 Alat-alat pernapasan manusia

B. Alat-Alat Pernapasan

Setiap kamu bernapas akan terjadi peristiwa pemasukan oksigen dan pengeluaran karbon dioksida. Udara masuk ke dalam paru-paru melalui alat pernapasan yang terdiri atas rongga hidung, pangkal tenggorokan (*faring*), batang tenggorokan (*trakea*), cabang tenggorokan (*bronkus*), dan paru-paru (*pulmo*).

1. Hidung

Hidung merupakan tempat pertama yang dilalui udara dari luar. Di dalam rongga hidung terdapat rambut-rambut dan selaput lendir yang berguna untuk menyaring udara. Bernapas sebaiknya selalu melalui hidung dan tidak melalui mulut. Mengapa demikian?

2. Pangkal Tenggorokan

Setelah melewati hidung, udara masuk ke faring. Faring merupakan persimpangan antara rongga mulut ke kerongkongan dengan rongga hidung ke tenggorokan.

Ada suatu katup penutup rongga hidung yang disebut anak tekak, yang menutup apabila sedang menelan makanan. Jika kita menelan makanan pada saat katup belum menutup, maka makanan masuk ke tenggorokan dan kita akan tersedak.

Sumber: google.co.id

Gambar 4.4
Rongga hidung

Pangkal tenggorokan disebut laring. Laring terdiri atas kepingan tulang rawan yang membentuk jakun. Jakun tersusun atas tulang lidah, tulang rawan, dan gelang tulang rawan. Pangkal tenggorokan ditutupi oleh katup pangkal tenggorokan (epigalis).

Jika udara menuju ke tenggorokan, anak tekak melipat ke bawah bertemu dengan katup pangkal teggorokan untuk membuka jalan ke tenggorokan. Pada waktu menelan makanan, katup tersebut menutupi pangkal tenggorokan dan waktu bernapas katup akan membuka. Pada pangkal tenggorokan terdapat selaput suara yang akan bergetar bila ada suara yang melaluinya, misalnya pada waktu kita berbicara.

3. Batang Tenggorok (Trakea)

Trakea terletak di bagian depan kerongkongan. Batang tenggorok berbentuk pipih yang terdiri dari gelang-gelang tulang rawan dengan panjang sekitar 10 cm.

Dinding di dalamnya dilapisi selaput lendir, selnya memiliki rambut getar, rambut getar yang berfungsi untuk menolak debu/benda-benda asing keluar. Debu atau benda asing ini dikeluarkan dengan cara bersin.

4. Cabang Batang Tenggorok (Bronkus)

Batang tenggorok bercabang menjadi dua bronkus, yaitu bronkus sebelah kiri dan sebelah kanan. Kedua cabang batang tenggorok menuju ke paru-paru. Di dalam paru-paru, bronkus membentuk cabang-cabang lagi disebut bronkiolus.

Bronkiolus bercabang-cabang lagi membentuk pembuluh yang halus yang disebut alveolus. Dinding alveolus mengandung kapiler darah. Pada dinding alveolus oksigen berdifusi ke dalam darah, sedangkan karbon dioksida dan air dilepaskan atau dibuang ke luar tanah.

Sumber: image.google.co.id

Gambar 4.5
Paru paru manusia

5. Paru-Paru

Paru-paru terletak di rongga dada tepat di atas sekat diafragma. Paru-paru terdiri dari 2 bagian. Paru-paru kanan memiliki tiga gelambir sehingga ukurannya lebih besar

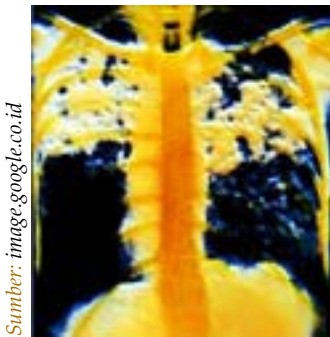
dibandingkan paru-paru kiri yang hanya terdiri atas dua gelambir.

Paru-paru dibungkus oleh dua lapis selaput paru-paru yang disebut pleura. Di bagian dalam paru-paru terdapat alveolus yang berjumlah lebih kurang 300 juta buah. Dengan adanya alveolus, luas permukaan seluruh paru-paru diperkirakan mencapai 100 atau 100 kali lebih luas daripada luas permukaan tubuh.

C. Gangguan pada Sistem Pernapasan

Gangguan sistem pernapasan bermacam-macam, antara lain:

1. Asma/sesak, merupakan penyakit penyumbatan saluran pernapasan yang disebabkan alergi terhadap rambut, bulu, kotoran, dan tekanan psikologis.
2. TBC (*Tuberculosis*), penyakit paru-paru yang diakibatkan oleh serangan bakteri *Mycobacteria tuberculosis*. Difusi oksigen akan terganggu karena adanya bintik-bintik atau peradangan pada dinding alveolus.
3. Macam-macam peradangan pada sistem pernapasan manusia:
   a) Bronkitis, radang cabang batang tenggorokan (bronkus).
   b) Laringitis, radang pada daerah laring.
   c) Faringitis, radang pada faring.
   d) Pleuritis, radang pada selaput pembungkus paru-paru.
   e) Rinitis, radang pada rongga hidung.
   f) Sinusitis, radang pada sebelah atas rongga hidung.

Sumber: image.google.co.id

Gambar 4.6
TBC pada paru paru

Aktivitas Siswa

Keluarlah dari kelasmu sebentar. Tariklah napas melalui hidung, kemudian tahan. Sekarang, kamu hembuskan kembali napasmu. Lakukan kegiatan tersebut sebanyak 10 kali. Apa yang kamu rasakan? Ceritakanlah!

Menguji Diri

1. Jelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi frekuensi pernapasan seseorang!
2. Sebutkan macam-macam alat pernapasan manusia! Jelaskan fungsi dari masing-masing alat tersebut!
3. Jelaskan jenis gangguan yang terjadi pada sistem pernapasan manusia!

Kilasan Materi

- Pernapasan adalah proses pengambilan oksigen dari udara dan mengeluarkan karbon dioksida ke udara.
- Proses menghirup udara disebut inspirasi dan proses menghembuskan udara disebut ekspirasi.
- Mekanisme pernapasan dibedakan menjadi pernapasan dada (pernapasan tulang rusuk) dan pernapasan perut (pernapasan diagfragma).
- Faktor yang mempengaruhi frekuensi pernapasan adalah umur, jenis kelamin, suhu tubuh, posisi tubuh, dan kegiatan tubuh.
- Alat pernapasan pada manusia terdiri dari: rongga hidung, pangkal tenggorokan (faring), batang tenggorokan (trakea), cabang tenggorokan (bronkus), dan paru-paru (pulmo).
- Pada rongga hidung terdapat rambut-rambut dan selaput lendir yang berguna untuk menyaring udara.
- Pada pangkal tenggorokan terdapat selaput suara yang akan bergetar bila ada suara yang melaluinya, yaitu pada waktu kita berbicara.
- Sel batang tenggorok memiliki rambut getar yang berfungsi untuk menolak debu/benda-benda asing keluar.
- TBC (*Tuberculosis*) adalah penyakit paru-paru yang diakibatkan oleh serangan bakteri *Mycobacteria tuberculosis* yang menyebabkan difusi oksigen akan terganggu karena adanya bintik-bintik atau peradangan pada dinding alveolus.

Refleksi

Setelah kamu mempelajari sistem pernapasan pada manusia, coba kamu jelaskan kembali cara kerja sistem pernapasan pada manusia! Manfaat apa yang kamu peroleh setelah mempelajarinya?

Uji Kemampuan

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Pada pernapasan perut yang berkontraksi adalah ....
   a. antartulang rusuk
   b. otot tulang dada
   c. antartulang rusuk dan diafragma
   d. diafragma

2. Pada respirasi manusia, yang dimaksud dengan udara residu adalah ....
   a. udara yang keluar masuk paru-paru, sebagai akibat respirasi
   b. udara yang masuk ke dalam paru-paru setelah respirasi biasa
   c. udara yang masuk dapat dikeluarkan setelah melakukan respirasi biasa
   d. udara yang tersisa dalam paru-paru

3. Faktor-faktor di bawah ini yang tidak mempengaruhi frekuensi pernapasan seseorang adalah ....
   a. posisi tubuh
   b. suhu tubuh
   c. jenis kelamin
   d. tinggi badan

4. Radang pada cabang batang tenggorok disebut ....
   a. preukoria, sinusitis, remitis
   b. kemasukan air, bronkhitis, kemasukan gas
   c. TBC, kemasukan air, pleuritis
   d. polip, adenoid, asma

5. Cabang dari trakea adalah ....
   a. alveolus c. bronkiolus
   b. bronkus d. pulmo

6. Pertukaran udara O_2 dan CO_2 terjadi di ....
   a. bronkiolus c. alveolus
   b. bronkus d. pleura

7. O_2 masuk ke kapiler darah di paru-paru terjadi secara ....
   a. difusi c. osmosis
   b. absorbsi d. reabsorbsi

8. Diafragma adalah ....
   a. sekat pemisah antara paru-paru dan hati
   b. sekat pemisah antara jantung dan paru-paru
   c. sekat pemisah antara paru-paru kanan dan kiri
   d. sekat pemisah antara rongga dada dan rongga perut

9. Pembungkus paru-paru disebut ....
   a. pleuritis
   b. pleura
   c. perikarduim
   d. silia

10. Gangguan pernapasan karena alergi dan terjadi penyempitan saluran pernapasan adalah ....
    a. asma
    b. bronkitis
    c. lemfisema
    d. amandel

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!

1. Apakah perbedaan pernapasan dada dengan pernapasan perut?
2. Mengapa bernapas melalui hidung lebih baik daripada melalui mulut? Jelaskan!
3. Apakah fungsi alveolus dalam proses pernapasan? Jelaskan!
4. Apakah yang dimaksud dengan kapasitas vital paru-paru?
5. Sebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan respirasi seseorang!

1. Pada rongga hidungmu terdapat bulu-bulu hidung yang berfungsi untuk menyaring udara yang masuk. Bagaimana jika hidung kita tidak memiliki bulu-bulu hidung? Apa yang akan terjadi?
2. Pernahkah kamu mengalami bersin? Coba kamu jelaskan mengapa kamu bersin?
3. Sebutkan hal-hal yang dapat kamu lakukan untuk menjaga kesehatan alat-alat pernapasanmu! Diskusikanlah dengan teman sebangkumu!

Bab

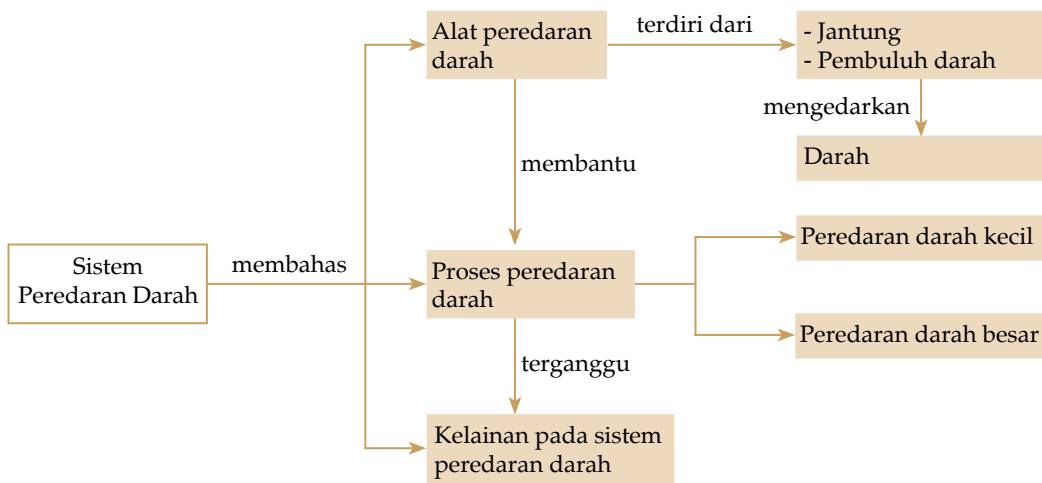
5

Sistem Peredaran Darah

Gambar 5.1
Sistem peredaran darah pada manusia

Di dalam tubuh makhluk hidup terdapat suatu sistem yang berfungsi untuk mengedarkan makanan dan O_2 ke seluruh tubuh. Sistem ini disebut sistem peredaran darah atau sering disebut juga sistem transportasi. Peredaran darah pada manusia terjadi karena terdapat alat-alat peredaran darah. Bagaimanakah proses peredaran darah dalam tubuh manusia? Alat apa saja yang termasuk sistem peredaran darah pada manusia? Apa fungsi dari alat-alat tersebut? Kelainan apa saja yang mengganggu sistem peredaran darah pada manusia? Ayo temukan jawabannya dengan mempelajari bab ini.

Setelah mempelajari bab ini, kamu diharapkan dapat mendeskripsikan proses peredaran darah pada manusia, menyebutkan alat-alat peredaran darah pada manusia beserta fungsinya, serta mendeskripsikan kelainan yang mengganggu sistem peredaran darah pada manusia.

Peta Konsep

A. Sistem Peredaran Darah Manusia

Sistem peredaran darah pada manusia terdiri dari tiga bagian utama, yaitu: jantung, pembuluh darah, dan darah.

1. Jantung

Agar kamu memahami tentang struktur dan cara kerja jantung, pelajarilah uraian berikut ini!

a. Kedudukan Jantung

Jantung berada dalam rongga torak antara kedua paru-paru dan di belakang sternum. Jantung diselaputi oleh suatu membran pelindung yang disebut perikardium. Dinding jantung terdiri atas jaringan ikat padat yang membentuk suatu kerangka fibrosa dan otot jantung.

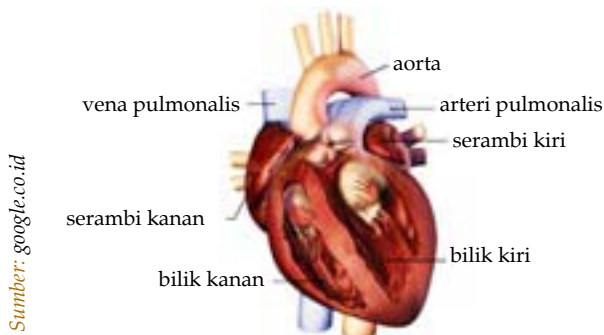
b. Struktur Jantung

Ukuran jantung kira-kira sebesar kepalan tangan. Jantung dewasa beratnya antara 220 sampai 260 gram. Jantung manusia terdiri dari empat ruangan, yaitu serambi kiri, serambi kanan, bilik kiri, dan bilik kanan. Dinding bilik jantung lebih tebal jika dibandingkan dinding serambi. Selain itu, bilik kiri juga lebih tebal bila dibandingkan dengan bilik kanan.

Antara serambi dan bilik dalam jantung tersebut dipisahkan oleh suatu sekat. Katup-katup yang menghubungkan serambi dan bilik kanan disebut katup trikuspidalis, sedangkan katup yang menghubungkan serambi kiri dan bilik kiri disebut katup bikuspidalis. Katup-katup ini mencegah darah balik lagi dari bilik ke serambi.

Dari luar ke dalam, jantung terdiri dari tiga lapisan, yaitu:
1) *Perikardium* atau pembungkus luar.
2) *Miokardium* atau lapisan otot tengah.
3) *Endokardium* atau lapisan jantung yang paling dalam.

Pikirkanlah

Mengapa bilik kiri lebih tebal daripada bilik kanan? Diskusikan dengan teman sebangku.

Gambar 5.2 Struktur jantung

c. Cara Kerja Jantung

Jantung bekerja diawali dengan berkontraksinya otot jantung sehingga serambi jantung mengembang dan diikuti dengan masuknya darah yang miskin O_2 dari vena kava superior dan inferior ke serambi kanan. Sedangkan, darah yang mengandung O_2 masuk dari vena pulmonalis ke serambi kiri. Dengan masuknya darah ke serambi akan merangsang sekat jantung membuka. Membukanya sekat jantung ini diikuti dengan terjadinya kontraksi otot yang menyebabkan serambi jantung menguncup. Akibatnya, darah masuk ke bilik jantung yang diikuti dengan menutupnya katup pada sekat jantung tersebut.

Proses berikutnya adalah maksimumnya tekanan bilik jantung (*sistole*). Akibat tekanan darah yang maksimum, darah dari bilik kanan akan dikeluarkan menuju paru-paru melalui pembuluh arteri pulmonalis. Sedangkan, darah dari bilik kiri akan disalurkan ke seluruh tubuh melalui pembuluh aorta. Setelah darah terpompa, otot dinding bilik berelaksasi sehingga tekanannya menjadi minimum (tekanan *diastole*). Tekanan *sistole* dan *diastole* orang yang sehat berkisar 120 mmHg dan 80 mmHg.

Pikirkanlah!

Buatlah bagan yang menggambarkan aliran darah dari dan ke jantung! Jelaskanlah di depan kelas kepada guru dan teman-temanmu!

d. Denyut Jantung dan Tekanan Darah

Manusia hidup terlihat dari adanya denyut jantung yang ada di tubuhnya. Biasanya, ketika denyut jantung manusia sudah tidak teridentifikasi, maka dikatakan manusia itu sudah meninggal. Denyut jantung yang terlihat di sini sebenarnya adalah suatu gelombang yang teraba pada pembuluh arteri bila darah dipompa keluar jantung.

Aktivitas Siswa

Bekerjalah dengan teman sebangkumu. Gunakan stopwatch untuk menghitung waktu. Coba kamu raba pergelangan tangan temanmu. Kemudian, hitunglah denyut nadinya selama satu menit. Suruhlah temanmu berlari-lari kecil selama 5 menit. Hitung denyut nadinya kembali. Apa yang terjadi? Bandingkan dengan hasil pengukuran awal. Lakukan hal ini secara bergantian!

2. Pembuluh Darah

Ada tiga macam pembuluh darah yang berperan dalam proses peredaran darah. Pembuluh darah tersebut adalah arteri, vena, dan pembuluh kapiler.

a. Pembuluh Arteri

Arteri berperan dalam pengangkutan darah bersih dari jantung ke seluruh tubuh, kecuali arteri pulmonalis. Arteri pulmonalis berperan membawa darah kotor yang perlu oksigenasi.

Arteri mempunyai dinding yang tebal dan elastis. Tentu saja pembuluh arteri ini meninggalkan jantung. Tekanan darahnya lebih kuat bila dibandingkan dengan tekanan yang dimiliki oleh pembuluh vena. Pembuluh arteri ini biasanya juga terletak di bagian dalam permukaan tubuh dan mempunyai satu pangkal (aorta).

Info

- Arteri adalah pembuluh darah yang mengangkut darah dari jantung ke seluruh tubuh, kecuali arteri pulmonalis.
- Vena adalah pembuluh darah yang mengangkut darah dari seluruh tubuh ke jantung, kecuali vena pulmonalis.

b. Vena

Pembuluh vena ini sering disebut sebagai pembuluh balik. Hal ini karena pembuluh vena bertugas membawa darah kotor (miskin oksigen) kembali menuju jantung, kecuali vena pulmonalis yang bertugas membawa darah bersih menuju jantung.

Vena mempunyai klep di sepanjang pembuluh darah. Banyaknya klep pada vena ini berhubungan dengan tugas vena yang membawa darah yang arah gerakannya melawan gaya berat. Klep-klep ini bertugas menjaga agar pembuluh darah mengalir ke jantung tanpa jatuh kembali ke arah sebaliknya.

Perbedaan arteri dengan vena dapat kamu lihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 5.1 Perbedaan Arteri dengan Vena

Variabel	Arteri	Vena
Dinding	Tebal, elastis	Tipis, kurang elastis
Letak	Lebih ke dalam	Dekat permukaan tubuh
Aliran darah	Meninggalkan jantung	Menuju ke jantung
Klep	Satu di pangkal	Banyak di sepanjang vena
Tekanan	Kuat, bila terpotong darah akan memancar	Lemah, bila terpotong akan menetes
Isi darah	Banyak mengandung O_2, kecuali arteri pulmonalis	Banyak mengandung CO_2, kecuali vena pulmonalis

c. Pembuluh Kapiler

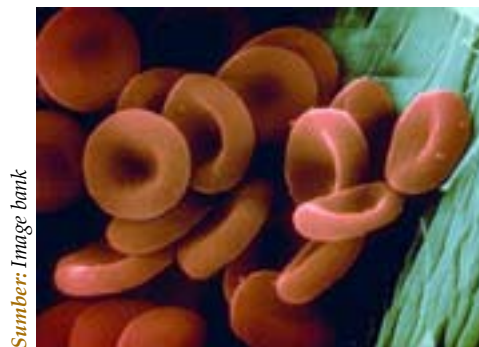
Pembuluh kapiler merupakan pembuluh darah yang sangat kecil tempat arteri berakhir. Pembuluh ini berfungsi sebagai distributor zat-zat penting ke jaringan yang memungkinkan berjalannya berbagai proses dalam tubuh.

3. Darah

Komponen darah manusia terdiri dari sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit), keping-keping darah (trombosit), dan plasma darah.

a. Sel Darah Merah (Eritrosit)

Sel darah merah manusia berbentuk cakram kecil bikonkaf (cekung di kedua sisinya). Sel darah merah manusia berjumlah sekitar 5.000.000 sel di setiap ml darah. Sel darah merah mengandung hemoglobin yang kaya akan zat besi dan memiliki kemampuan untuk mengikat oksigen dari paru-paru dan disebarkan ke seluruh tubuh.

Sumber: Image bank

Gambar 5.3 Eritrosit

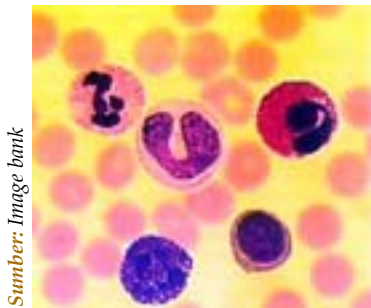
Sel darah merah dibentuk di dalam sumsum tulang, terutama dari tulang pendek, pipih, dan tak beraturan. Umur sel darah merah kira-kira 115 hari. Oleh karena itu, tubuh kita memerlukan protein dan zat besi yang cukup untuk pembentukan sel darah merah yang baru. Protein dan zat besi ini dapat kita peroleh dari zat makanan yang kita makan sehari-hari.

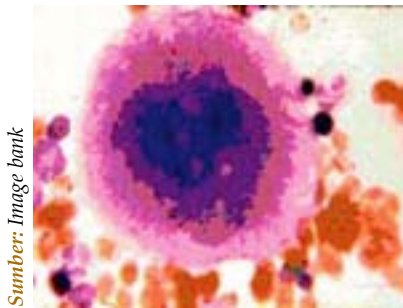
Sel darah merah yang telah berumur 115 hari akan dihancurkan di dalam limfa dan mati. Hemoglobin akan dipecah menjadi *hemo* dan *globin*. *Hemo* akan digunakan untuk pembentukan sel darah merah lagi dan sisanya akan diubah menjadi bilirubun (pigmen kuning) dan biliverdin. Sedangkan, *globin* yang merupakan suatu protein, akan diubah menjadi asam amino yang akan digunakan oleh jaringan.

b. Sel Darah Putih (Leukosit)

Sel darah putih yang berfungsi sebagai pertahanan tubuh mempunyai bentuk yang lebih besar dibanding sel darah merah. Akan tetapi, dalam setiap milimeter kubik darah, sel

darah putih mempunyai jumlah yang lebih kecil dibanding sel darah merah, yaitu sekitar 6000-8000 sel. Sel darah putih tidak berwarna (bening). Sel darah putih ini ada bermacam-macam dan secara umum dibagi menjadi 5 macam, yaitu granulosit, limfosit, monosit, netrofil, dan eosinofil. Masing-masing sel darah putih ini mempunyai ciri dan peran yang berbeda-beda.

Granulosit dan monosit mempunyai peran yang penting dalam perlindungan badan terhadap mikroorganisme. Dengan kemampuannya sebagai fagosit dan gerakan amuboidnya, sel-sel ini dapat bergerak bebas memakan mangsanya, sehingga sel-sel ini dapat menangkap dan menghancurkan zat-zat asing yang masuk ke dalam tubuh. Orang yang kelebihan sel darah putih (>10.000) disebut leukosis, sedangkan orang yang kekurangan sel darah putih disebut leukopenia.

Sumber: Image bank

Gambar 5.4 Leukosit

Sumber: Image bank

Gambar 5.5 Trombosit

c. Keping Darah (Trombosit)

Trombosit berperan dalam proses pembekuan darah. Jumlah trombosit dalam setiap milimeter darah adalah 300.000. Trombosit dibentuk di megakarosit sumsum merah tulang. Trombosit memiliki ciri tidak berinti berukuran 2 - 4 mikron lebih kecil dari eritrosit dan leukosit. Bentuknya tidak teratur dan berumur 8 - 12 hari. Proses pembekuan darah yang dilakukan oleh trombosit, tampak pada diagram berikut.

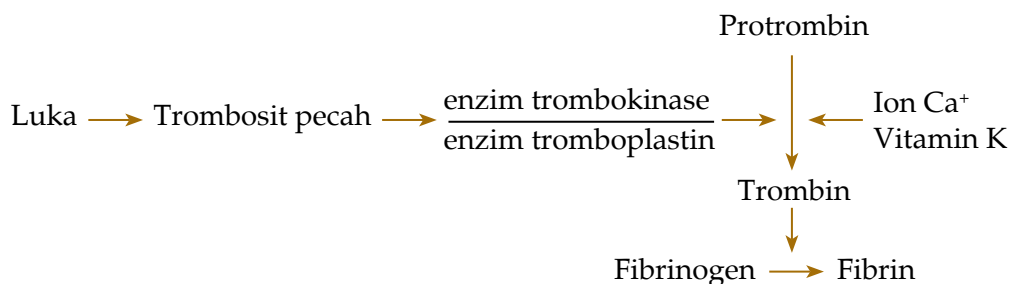



Diagram 5.1 Proses pembekuan darah

Jika terluka, maka akan pecah dan mengeluarkan enzim trombokinase. Enzim trombokinase, ion kalsium, dan vitamin K bersama-sama membantu mengubah protrombin menjadi trombin. Dengan bantuan trombin, fibrinogen berubah menjadi fibrin yang akan menutupi luka

d. Plasma Darah

Plasma darah adalah cairan berwarna kuning yang dalam reaksi bersifat sedikit alkali. Plasma darah mempunyai komposisi 55% dari cairan darah. Plasma darah tersusun atas air, protein, garam mineral, dan bahan organik lainnya. Plasma darah secara umum ikut berperan dalam proses pembekuan darah, sebagai antibodi, dan mengendalikan metabolisme tubuh.

4. Proses Peredaran Darah

Peredaran darah manusia dibagi menjadi dua, yaitu peredaran darah besar dan peredaran darah kecil. Sistem peredaran darah besar, yaitu peredaran darah dari jantung ke seluruh tubuh dan kembali ke jantung lagi. Sedangkan, peredaran darah kecil, yaitu peredaran darah dari jantung menuju paru-paru dan kembali ke jantung lagi. Sistem peredaran darah besar dan kecil adalah sebagai berikut.

a. Sistem Peredaran Darah Kecil

Darah kotor yang miskin O_2 yang berada di bilik kanan dibawa ke paru-paru melalui pembuluh arteri pulmonalis. Di dalam paru-paru terjadi pertukaran CO_2 dengan O_2. Darah yang sudah kaya O_2 kemudian melewati vena pulmonalis menuju serambi kiri dan kemudian mengalir ke bilik kiri.

b. Sistem Peredaran Darah Besar

Darah yang kaya akan O_2 yang berada di bilik kiri disalurkan ke seluruh tubuh melalui pembuluh aorta dan percabangannya (arteri). Setelah dari kapiler di seluruh tubuh, darah menuju ke pembuluh vena dan venacava untuk kembali ke serambi kanan.

5. Golongan Darah dan Transfusi

Menurut Landsteiner, penggolongan darah dilakukan dengan sistem ABO. Penggolongan ini didasarkan atas adanya aglutinin pada plasma darah dan aglutinogen dalam eritrosit. Golongan darah pada manusia dapat kamu lihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5.2 Golongan Darah Manusia

Golongan Darah	Antigen dalam Eritrosit	Antibodi dalam Plasma
A	Antigen A	Antibodi β
B	Antigen B	Antibodi α
AB	Antigen A dan B	–
O	Antigen tidak ada	Antibodi β dan α

6. Peredaran Getah Bening

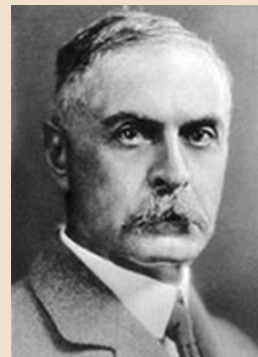
Pada peredaran getah bening, cairan yang diedarkan adalah cairan limfa. Cairan limfa ini berasal dari sel darah putih yang keluar dari peredaran darah dan diserap oleh usus. Fungsi dari peredaran getah bening adalah untuk mematikan sel-sel kuman yang masuk ke dalam tubuh dan sebagai transportasi lemak ke seluruh jaringan tubuh.

Sistem peredaran getah bening terdiri atas kelenjar limfa, pembuluh limfa, dan cairan limfa. Kelenjar limfa berfungsi untuk menyaring kuman. Sedangkan, pembuluh limfa berfungsi untuk menampung cairan limfa yang berasal dari organ-organ tubuh.

B. Gangguan dan Kelainan Sistem Peredaran Darah

Gangguan yang mungkin timbul pada sistem peredaran darah adalah sebagai berikut.

1. *Anemia*. Penyakit ini disebabkan oleh kurangnya sel darah merah (eritrosit) dalam tubuh.
2. *Hemofili* merupakan penyakit turunan, di mana darah yang keluar dari pembuluh darah tidak dapat membeku.
3. *Leukimia* merupakan penyakit yang ditimbulkan akibat adanya sel darah putih yang terlalu tinggi.
4. *Varises* adalah pelebaran pembuluh darah (vena), biasanya terjadi pada betis.
5. *Hipertensi* adalah tekanan darah yang melebihi normal. Biasanya, tekanan darah yang terlalu tinggi dapat menyebabkan pecahnya pembuluh darah dan *stroke* (penyumbatan pembuluh darah pada otak).
6. HIV-AIDS. Penyakit ini disebabkan oleh virus HIV yang menyerang sel darah putih sehingga melemahkan kekebalan tubuh manusia.

Sahabatku, Ilmuwan

Karl Landsteiner (1868-1943) adalah ahli patologi dan peraih nobel penyair yang berasal dari Amerika. Ia dilahirkan di Vienna. Ia mendapatkan gelar medisnya di Vienna University. Di sana, ia mengajar patologi dari 1909 sampai 1919. Landsteiner adalah anggota Rockefeller Institute (sekarang Rockefeller University) untuk penelitian di bidang medis di New York dari 1922 sampai 1939. Landsteiner berhasil mengembangkan

klasifikasi empat golongan darah utama secara modern sehingga ia diberi Nobel untuk bidang fisiologi atau medis pada 1930.

7. *Sklerosis* adalah pengerasan pembuluh darah yang bisa disebabkan oleh zat kapur dan lemak.
8. Penyakit kuning pada bayi yang disebabkan karena aglutinin atau anti Rh darah ibu masuk ke dalam darah anaknya yang memiliki Rh^+. Hal ini menyebabkan sel darah anak rusak atau menggumpal.

Menguji Diri

1. Sebutkan dan jelaskan bagian utama dalam sistem peredaran darah manusia!
2. Jelaskan proses peredaran darah kecil dan peredaran darah besar pada tubuh manusia!
3. Sebutkan dan jelaskan kelainan-kelainan pada sistem peredaran darah manusia!

Kilasan Materi

- Sistem peredaran darah adalah sistem yang berfungsi untuk mengedarkan makanan dan O_2 ke seluruh tubuh.
- Sistem peredaran darah pada manusia terdiri dari: jantung, pembuluh darah, dan darah.
- Jantung manusia terdiri dari empat ruangan, yaitu bilik kiri, bilik kanan, serambi kiri, dan serambi kanan.
- Pembuluh darah yang berperan dalam proses peredaran darah adalah pembuluh arteri, pembuluh vena, dan pembuluh kapiler.
- Komponen darah manusia terdiri dari sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit), keping-keping darah (trombosit), dan plasma darah.
- Sistem peredaran darah besar adalah peredaran darah dari jantung ke seluruh tubuh dan kembali ke jantung lagi.
- Peredaran darah kecil adalah peredaran darah dari jantung menuju paru-paru dan kembali ke jantung lagi.
- Sistem peredaran getah bening terdiri atas kelenjar limfa, pembuluh limfa, dan cairan limfa.
- Penyakit pada sistem peredaran darah manusia antara lain: anemia, hemofili, leukimia, varises, hipertensi, HIV-AIDS, sklerosis, dan penyakit kuning.

Refleksi

Setelah kamu mempelajari sistem peredaran darah pada manusia, coba kamu jelaskan kembali cara kerja sistem peredaran darah pada manusia! Manfaat apa yang kamu peroleh setelah mempelajarinya?

Uji Kemampuan

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Sel darah yang menurun jumlahnya ketika seseorang menderita demam berdarah adalah ....
   a. trombosit
   b. basofil
   c. monosit
   d. leukosit

2. Orang yang terlalu banyak aktivitas lama-kelamaan akan pucat. Hal tersebut disebabkan oleh ....
   a. dehidrasi
   b. kekurangan trombosit
   c. kekurangan CO_2
   d. kekurangan eritrosit

3. Bagian darah yang mempunyai fungsi mengangkut zat makanan adalah ....
   a. eritrosit
   b. plasma darah
   c. leukosit
   d. trombosit

4. Kuman penyakit yang masuk ke tubuh difagosit oleh ....
   a. trombosit
   b. eritrosit
   c. ibrinogen
   d. leukosit

5. O_2 diangkut ke seluruh sel tubuh untuk proses oksidasi oleh ....
   a. globulin
   b. hemoglobin
   c. plasma darah
   d. fibrinogen

6. Enzim trombokinase dihasilkan oleh ....
   a. keping darah
   b. plasma darah
   c. fibrinogen
   d. limpa

7. Golongan darah AB pada proses transfusi darah dapat ....
   a. mendonorkan darah kepada golongan darah A
   b. mendonorkan darah kepada golongan darah B
   c. mendonorkan darah kepada golongan darah AB
   d. mendonorkan darah kepada golongan darah O

8. Bagian otot jantung yang paling tebal adalah ....
   a. otot serambi kanan
   b. bilik kanan
   c. otot serambi kiri
   d. bilik kiri

9. Penyakit karena darah sukar membeku adalah ....
   a. thalasemia
   b. varises
   c. anemia
   d. hemofili

10. Keadaan dimana sel darah putih jumlahnya kurang dari normal disebut ....
    a. diapedesis
    b. leukositosis
    c. leukopenia
    d. fagositosis

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!

1. Apakah fungsi darah? Jelaskan!
2. Apakah fungsi jantung? Jelaskan!
3. Sebutkan bagian-bagian jantung dan sebutkan fungsinya!
4. Apa yang dimaksud dengan peredaran darah kecil dan besar? Jelaskan!
5. Sebutkan jenis pembuluh darah pada sistem peredaran darah manusia! Jelaskan perbedaannya!

1. Buatlah sebuah cerita yang menggambarkan arus peredaran darah di dalam tubuh manusia dimulai dari jantung sampai kembali lagi ke jantung!
2. Agar sistem peredaran darahmu tetap lancar dan tidak mengalami gangguan, coba kamu sebutkan hal-hal apa saja yang harus dilakukan!
3. Bagaimanakah mekanisme pembekuan darah yang dilakukan oleh trombosit pada saat tubuh kita terluka? Diskusikanlah bersama teman sekelompokmu.

Bab 6

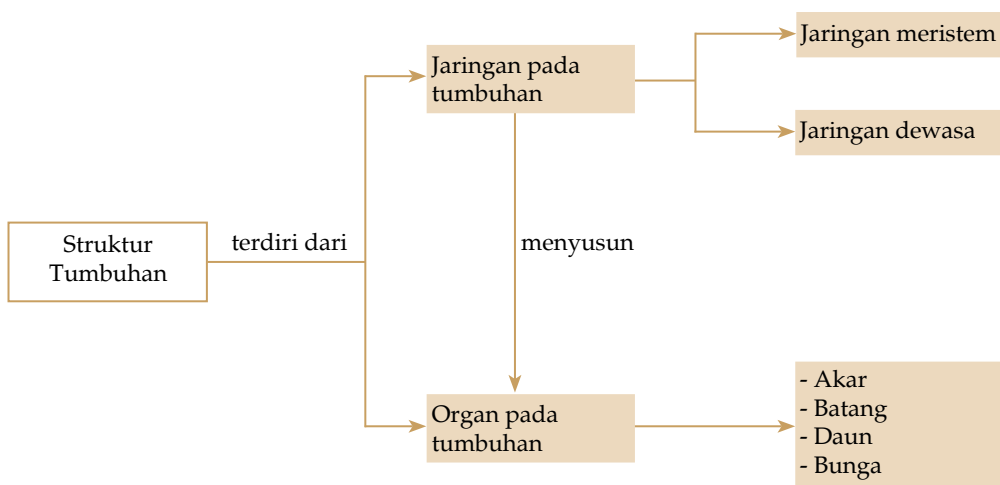
Struktur Tumbuhan

Sumber: Encarta 2005

Gambar 6.1
Tumbuhan di taman

Coba kamu perhatikan tumbuhan yang ada di sekitarmu! Tentunya keadaan tumbuhan tersebut berbeda-beda, seperti ada yang batangnya tinggi atau pendek, ada yang mempunyai bunga atau tidak, ada yang berdaun lebar atau panjang, dan sebagainya. Semuanya itu merupakan perbedaan pada struktur tumbuhan. Apa saja yang termasuk struktur tumbuhan? Apa fungsi dari bagian-bagian pada struktur tumbuhan? Ayo pelajari uraian pada bab ini untuk menemukan jawabannya.

Setelah mempelajari bab ini, kamu diharapkan dapat mendeskripsikan jaringan organ pada tumbuhan beserta fungsinya.

Peta Konsep

Pada tumbuhan tingkat tinggi, sel-sel yang memiliki bentuk dan fungsi yang sama akan membentuk jaringan. Kemudian, jaringan-jaringan ini bergabung membentuk organ seperti akar, batang, dan daun. Organ-organ ini akan bekerja sama membentuk sistem organ. Selanjutnya, sistem organ bekerja sama membentuk individu.

A. Jaringan Tumbuhan

Jaringan adalah kumpulan sel mempunyai bentuk, asal, fungsi, dan struktur sama. Secara garis besar, jaringan penyusun tumbuh-tumbuhan dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu jaringan meristem dan jaringan dewasa.

1. Jaringan Meristem

Jaringan meristem adalah jaringan muda yang bersifat embrional dan spesialisasi. Sel meristem selalu membelah, berdinding tipis, banyak mengandung protoplasma, berinti besar, vakuola kecil, dan plastida belum matang. Jaringan meristem terdapat pada ujung batang dan akar sehingga sering disebut meristem apikal. Oleh karena itu, ujung akar dan batang ini mengalami pertumbuhan atau perpanjangan.

Gambar 6.2
Jaringan meristem apikal pada akar

2. Jaringan Dewasa

Jaringan dewasa adalah jaringan yang telah mengalami diferensiasi. Secara umum, jaringan ini tidak mengalami pembelahan lagi.

Berdasarkan bentuk dan fungsinya, jaringan dewasa dapat dibedakan menjadi beberapa macam, yaitu jaringan epidermis, parenkim, kolenkim, sklerenkim, pengangkut, dan gabus.

a. Jaringan Epidermis

Jaringan epidermis adalah jaringan paling luar yang menutupi seluruh permukaan tubuh tumbuhan. Contohnya, permukaan akar, batang, daun, buah, maupun biji. Jaringan epidermis biasanya terdiri atas selapis sel yang pipih dan rapat. Jaringan ini berfungsi untuk melindungi jaringan di dalamnya dan sebagai tempat pertukaran zat.

Gambar 6.3 Jaringan epidermis pada daun

b. Jaringan Parenkim

Jaringan parenkim sering disebut jaringan dasar karena terbentuk dari meristem dasar. Jaringan ini terletak di sebelah dalam jaringan epidermis. Parenkim terdiri atas sel-sel bersegi banyak dan memiliki bentuk bermacam-macam, seperti berbentuk bulat atau berbentuk seperti bintang.

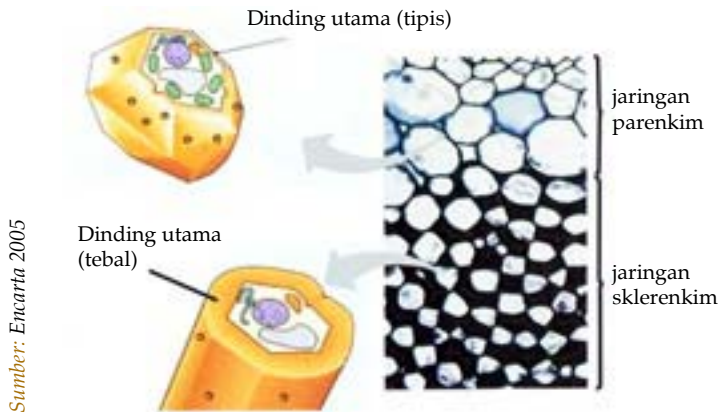
Sel parenkim berfungsi untuk menyimpan air dan cadangan makanan. Cadangan makanan ini disimpan di dalam vakuola dalam bentuk larutan. Selain itu, ada juga jaringan sel-sel parenkim yang memiliki klorofil sehingga mampu melakukan proses fotosintesis. Sel parenkim ini disebut klorenkim.

c. Jaringan Kolenkim

Kolenkim merupakan jaringan penyokong atau penguat pada organ tubuh tumbuhan muda dan tanaman herba. Kolenkim merupakan sel hidup dan sifatnya mirip parenkim. Ada sel kolenkim yang mengandung kloroplas dan berperan dalam proses fotosintesis. Kolenkim tersusun atas sel-sel hidup dengan protoplasma aktif dan memiliki bentuk memanjang dengan penebalan yang tidak merata.

d. Jaringan Sklerenkim

Sklerenkim merupakan jaringan penguat yang terdiri atas sel-sel mati. Dinding sel sklerenkim sangat kuat, tebal, dan mengandung lignin. Berdasarkan bentuknya, sklerenkim dibagi menjadi dua macam, yaitu serabut dan sklereid (sel batu).

Serabut atau serat berasal dari jaringan meristem, umumnya terdiri atas sel-sel yang panjang dan bergerombol membentuk anyaman atau pita. Contohnya, pelepah daun pisang. Sedangkan, sklereid merupakan jaringan sklerenkim yang bentuk selnya membulat dengan dinding sel yang mengalami penebalan. Contohnya, tempurung kelapa atau kulit biji keras.

Gambar 6.4 Jaringan parenkim dan sklerenkim

e. Jaringan Pengangkut

Jaringan pengangkut atau jaringan pembuluh, merupakan jaringan tumbuhan yang berfungsi untuk pengangkutan zat. Jaringan ini dibagi menjadi dua macam, yaitu floem dan xilem. Floem berfungsi untuk mengangkut zat makanan hasil fotosintesis dari daun ke seluruh tubuh. Sedangkan, xilem berfungsi untuk mengangkut air dan mineral dari akar ke daun dan bagian tubuh lainnya.

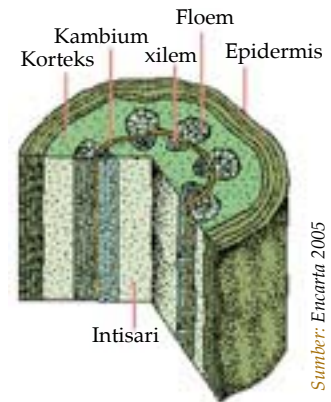
f. Jaringan Gabus

Jaringan gabus merupakan jaringan yang tersusun atas sel-sel gabus yang berbentuk memanjang. Jaringan ini berfungsi melindungi jaringan lain yang terdapat di bawahnya agar tidak terlalu banyak kehilangan air. Oleh karena itu, sel gabus biasanya ditemukan di permukaan luar batang.

B. Organ pada Tumbuhan

Organ tumbuhan dibentuk oleh beberapa jaringan yang bergabung menjadi suatu sistem jaringan. Organ pokok tumbuhan ada tiga, yaitu akar, batang, dan daun. Pada

Info

Serabut atau serat berasal dari jaringan meristem, umumnya terdiri atas sel-sel yang panjang dan bergerombol membentuk anyaman atau pita.

Gambar 6.5 Jaringan pengangkut

tumbuhan biji atau berbunga, terdapat bunga sebagai alat perkembangbiakannya.

1. Akar

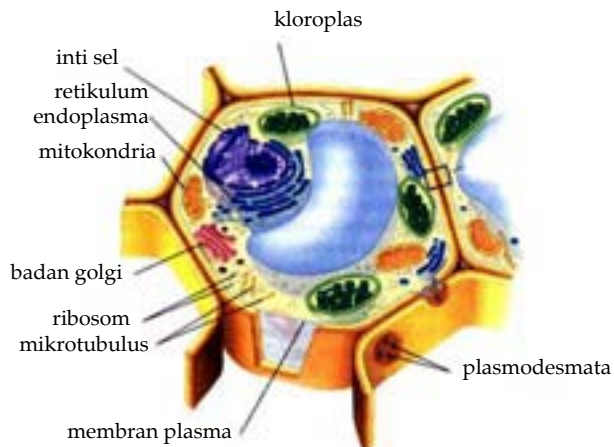
Akar merupakan bagian tubuh tumbuhan yang berada di dalam tanah. Tetapi, ada juga tumbuhan yang memiliki akar yang tumbuh di udara. Bentuk dan struktur akar sangat beragam. Hal ini berkaitan dengan fungsi akar sebagai penyimpan cadangan makanan, akar sukulen, akar rambut, dan akar napas.

Pada tumbuhan dikotil dan monokotil, ujung akarnya dilindungi oleh tudung akar atau kaliptra agar akar tidak rusak saat menembus lapisan tanah. Pada tumbuhan dikotil, akar lembaga terus tumbuh sehingga dihasilkan akar tunggang. Sedangkan, pada tumbuhan monokotil akar lembaga mati sehingga tidak bisa tumbuh. Sebagai gantinya, dari pangkal batang akan tumbuh akar-akar yang memiliki bentuk dan ukuran yang hampir sama. Akar-akar tersebut disebut akar serabut.

Info

Akar tumbuhan jika dipotong secara membujur akan terlihat bagian-bagiannya, yaitu epidermis, korteks, endodermis, dan stele.

Anatomi akar dapat dilihat dengan memotong akar secara membujur. Urutan anatomi akar dari luar ke dalam adalah epidermis, korteks, endodermis, dan stele (silinder pusat).

Sumber: Encarta 2005

Gambar 6.6 Struktur akar tumbuhan

a. Epidermis

Sel-sel epidermis akar tersusun rapat, memiliki selapis sel dan tidak mempunyai ruang antarsel. Dinding selnya tipis, tidak memiliki kutikula, dan mudah dilewati air dan zat hara.

Sel epidermis ini memiliki ciri khas, yaitu dapat membentuk rambut akar. Rambut akar ini berfungsi memperluas permukaan akar sehingga penyerapan zat menjadi lebih efisien.

b. Korteks

Korteks tersusun atas jaringan parenkim yang berperan untuk menyimpan cadangan makanan. Korteks terletak di bawah epidermis dengan bentuk sel relatif bulat. Sel-sel korteks mengandung amilum yang merupakan cadangan makanan.

c. Endodermis

Endodermis terdiri atas satu lapis sel dengan dinding sel yang tebal dan mengandung lilin. Endodermis terletak di antara silinder pusat dengan korteks. Endodermis berfungsi mengatur pemasukan air ke dalam jaringan angkut yang terdapat di dalam silinder pusat.

d. Stele

Stele merupakan bagian terdalam akar, terdapat di bagian tengah akar, di bawah endodermis. Stele memiliki beberapa jaringan, antara lain perisikel, jaringan floem, dan xilem. Perisikel merupakan sel parenkim yang terletak di antara endodermis dan jaringan pembuluh. Perisikel bersifat meristematis (selalu membelah) seperti kambium sehingga disebut perikambium.

2. Batang

Batang merupakan bagian tumbuhan yang berada di permukaan tanah yang meliputi batang, cabang, dan ranting. Batang memiliki fungsi sebagai sarana lintasan air dan mineral serta tempat melekatnya daun.

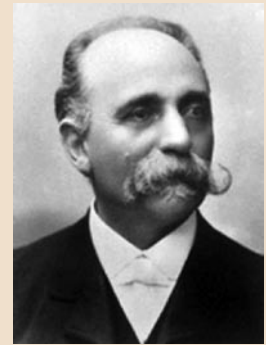
Pada mulanya, batang berasal dari batang lembaga yang terdapat pada embrio di dalam biji. Pada pertumbuhan selanjutnya, batang berasal dari meristem apikal. Pertumbuhan meristem apikal pada batang dikotil dan monokotil memiliki perbedaan. Akibatnya, susunan anatomi jaringannya berbeda.

a. Batang Dikotil

Batang dikotil berasal dari meristem apikal ujung batang yang selalu membelah. Hal ini menyebabkan batang selalu tubuh memanjang, bagian ini disebut titik tumbuh.

Info

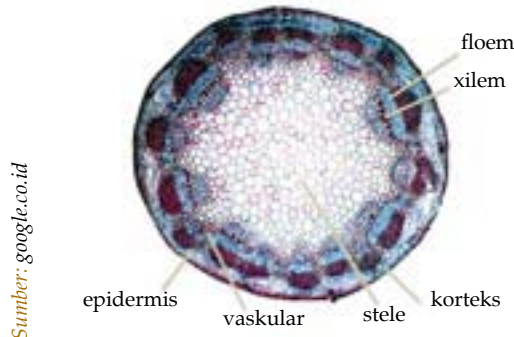
Batang merupakan bagian tumbuhan yang berada di permukaan tanah yang meliputi batang, cabang, dan ranting.

Sahabatku, Ilmuwan

Camillo Golgi (1843-1926) adalah seorang dokter dan ilmuwan berkebangsaan Italia. Golgi lahir di Córteno Golgi, provinsi Brescia, Italia. Ayahnya adalah seorang dokter dan petugas kesehatan daerah tersebut. Golgi belajar ilmu kedokteran di Universitas Pavia, di mana ia bekerja dalam percobaan laboratorium patologi bersama Giulio Bizzozero, tokoh yang menjelaskan

sumsum tulang. Golgi lulus pada 1865. Ia banyak menghabiskan masa karirnya dengan meneliti sistem saraf pusat.

Golgi menemukan organ sensorik tendon yang nantinya disebut reseptor golgi. Ia mempelajari siklus hidup dari *Plasmodium falciparum* dan membandingkan masa demam yang terjadi pada pasien malaria dengan siklus hidup organisme ini. Dengan menggunakan teknik pengotorannya, Golgi berhasil mengidentifikasi sebuah bagian dalam sel pada 1898. Bagian itu sekarang dikenal sebagai benda Golgi.

Golgi dan Santiago Ramón y Cajal menerima pada Hadiah Nobel dalam Fisiologi atau Kedokteran pada 1906 untuk penelitiannya mengenai sistem saraf. Golgi meninggal di Pavia, Italia, pada Januari 1926.

Meristem apikal batang belum mengalami diferensiasi. Proses diferensiasi terjadi pada bagian batang di belakang meristem apikal. Sel-sel jaringan di bagian batang ini akan mengalami diferensiasi menjadi beberapa jaringan primer, yaitu epidermis, korteks, dan stele.

Gambar 6.7 Struktur batang dikotil

Anatomi batang dikotil dari luar ke dalam adalah sebagai berikut:

1) Epidermis

Epidermis merupakan jaringan berbentuk sel-sel pipih yang tersusun rapat dan tidak memiliki ruang antarsel. Epidermis berfungsi melindungi jaringan di dalamnya. Dinding sel epidermis mengalami penebalan dan dilapisi zat kitin atau kutikula.

Setelah batang mengalami pertumbuhan sekunder, pada tempat tertentu epidermis membentuk lentisel. Lentisel berfungsi sebagai tempat keluar masuknya udara pada tumbuhan.

2) Korteks

Korteks merupakan jaringan yang terletak di bawah epidermis, tersusun atas sel-sel epidermis yang berbentuk bulat, berdinding tipis, dan memiliki vakuola besar. Korteks memiliki fungsi untuk menyimpan cadangan makanan. Bagian terdalam korteks adalah endodermis.

Endodermis merupakan pemisah antara korteks dan silinder pusat (stele). Pada tumbuhan berbiji tertutup (*Angiospermae*), endodermisnya mengandung zat tepung. Sedangkan, pada tumbuhan berbiji terbuka (*Gymnospermae*) tidak memiliki zat tepung.

3) Stele

Stele atau silinder pusat merupakan lapisan terdalam batang. Lapisan terluar stele dibatasi oleh perisikel atau perikambium. Di sebelah dalam perisikel terdapat parenkim empulur dan ikatan pembuluh.

Empulur merupakan parenkim yang terdapat di bagian tengah stele yang berfungsi sebagai tempat menyimpan makanan. Ikatan pembuluh, yaitu xilem dan floem terletak berdampingan, xilem di sebelah dalam dan floem di sebelah luar.

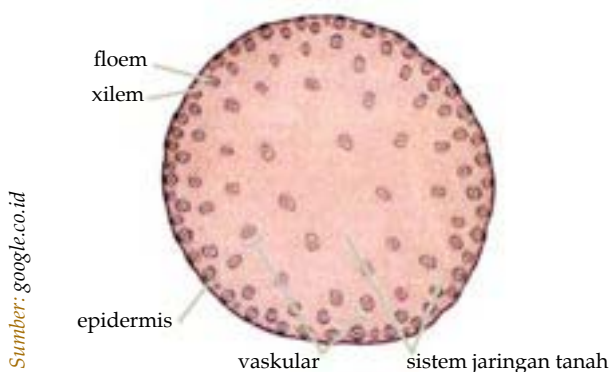
Pada tumbuhan dikotil yang berkayu keras dan hidup menahun, pertumbuhan sekundernya berlanjut terus-menerus. Karena perbedaan musim hujan dan musim kemarau, pertumbuhan sekunder ini tidak sama setiap tahun. Pada musim hujan, pertumbuhan xilem sekunder lebih aktif dibandingkan musim kemarau sehingga menimbulkan batas yang jelas yang dinamakan lingkaran tahun.

b. Batang Monokotil

Tumbuhan monokotil memiliki anatomi batang yang sangat berbeda dengan tumbuhan dikotil. Pada batang monokotil terdapat epidermis yang memiliki dinding sel yang tebal. Epidermis ini biasanya dilengkapi dengan stomata dan bulu-bulu. Di bawah epidermis terdapat jaringan tipis yang terdiri atas jaringan sklerenkim yang merupakan kulit batang.

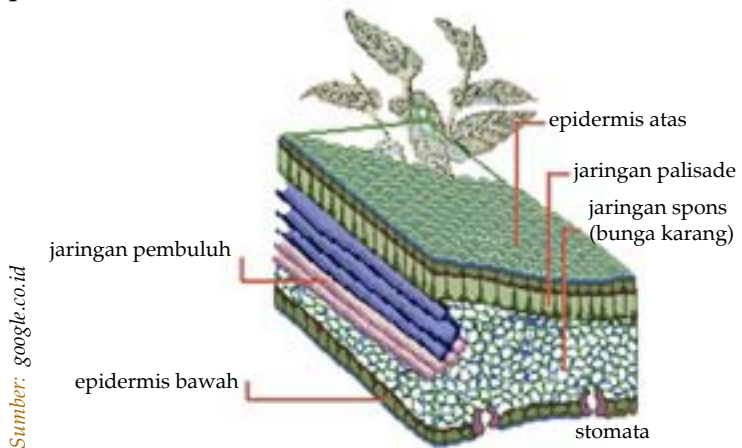
Jumlah ikatan pembuluh atau pengangkut sangat banyak. Floem berdampingan dengan xilem yang dikelilingi oleh sklerenkim. Tipe ikatan pembuluh ini adalah kolateral tertutup karena antara xilem dan floem tidak ada kambium. Tidak adanya kambium ini menyebabkan pertumbuhan monokotil hanya memanjang.

Pikirkanlah !

Mengapa pada tumbuhan dikotil terdapat lingkaran tahun, sedangkan tumbuhan monokotil tidak? Diskusikan dengan teman sebangkumu.

Gambar 6.8 Struktur batang monokotil

3. Daun

Daun merupakan organ tumbuhan yang berfungsi untuk fotosintesis. Hal ini disebabkan karena daun memiliki zat hijau daun (klorofil) yang bisa menyerap sinar matahari.

Daun merupakan organ tumbuhan yang paling bervariasi dilihat secara morfologis dan anatomi. Daun memiliki bentuk, struktur, dan ukuran yang berbeda-beda tergantung jenis tanamannya. Hal ini yang menjadi dasar klasifikasi tumbuhan. Secara anatomi, jaringan yang menyusun daun adalah epidermis, mesofil, dan jaringan pembuluh.

Gambar 6.9 Struktur daun

a. Epidermis

Gambar 6.10
Teratai mempunyai epidermis yang terletak di permukaan atas daun

Epidermis merupakan lapisan terluar yang menutup permukaan dan bawah daun. Jaringan ini berfungsi melindungi jaringan daun di bawahnya. Biasanya dilapisi kutikula untuk mencegah terjadinya penguapan air yang terlalu besar.

Epidermis dapat mengalami modifikasi menjadi stomata atau mulut daun yang berfungsi untuk pertukaran udara. Pada tumbuhan darat, stomata ini terletak di epidermis permukaan bawah daun, tetapi untuk tumbuhan air, seperti teratai (*Nelumbium nelumbo*), stomatanya terletak di permukaan atas daun.

b. Mesofil

Mesofil disebut juga jaringan dasar, terletak di antara epidermis atas dan bawah. Mesofil terdiri atas jaringan palisade dan jaringan bunga karang (jaringan spons). Kedua

jaringan ini banyak mengandung kloroplas yang berperan sebagai tempat fotosintesis.

Jaringan palisade bentuknya memanjang, mengandung banyak kloroplas, dan tersusun rapat. Jaringan ini terletak di bawah epidermis. Sedangkan, jaringan bunga karang bentuknya beragam, tidak teratur, mengandung sedikit kloroplas, dan tersusun renggang. Jadi, proses fotosinteis terjadi di jaringan palisade dan hasilnya ditampung sementara di jaringan spons. Setelah itu, disebarkan ke seluruh tubuh tumbuhan oleh jaringan pembuluh.

Info

Proses fotosintesis terjadi di jaringan palisade dan hasilnya ditampung sementara di jaringan spons, setelah itu disebarkan ke seluruh tubuh tumbuhan oleh jaringan pembuluh.

c. Jaringan Pembuluh

Jaringan pembuluh atau pengangkut daun terdapat pada tulang daun. Pada tulang daun terdapat urat-urat halus yang berperan sebagai pembuluh nadi dan sebagai kerangka daun sehingga daun menjadi kuat.

Jaringan pengangkut dibagi menjadi dua, yaitu floem dan xilem. Susunan kedua jaringan ini sama seperti susunan pada batangnya karena merupakan terusan dari jaringan pengangkut di batang.

4. Bunga

Bunga merupakan alat perkembangbiakan pada tumbuhan *Angiospermae*. Bunga merupakan alat perkembangbiakan karena di dalam bunga terdapat alat-alat reproduksi, seperti benang sari, putik, dan kandung lembaga.

Pada dasarnya, anatomi bunga tumbuhan monokotil dan dikotil adalah sama, yaitu kelopak bunga (kaliks), mahkota bunga (corolla), benang sari (stamen), putik, dan lembaga (ovarium).

Gambar 6.11 Struktur bunga

Kelopak bunga adalah bagian bunga terluar, terletak pada dasar bunga. Kelopak ini berwarna hijau dan merupakan modifikasi dari daun. Bagian atau lembaran kelopak bunga disebut juga daun kelopak (sepal).

Mahkota bunga terletak di sebelah dalam atau di atas kelopak bunga. Lembaran mahkota disebut juga daun mahkota (petal). Mahkota dan kelopak bunga sering disebut perhiasan bunga. Ukuran mahkota biasanya besar dan berwarna-warni. Tumbuhan dikotil umumnya empat atau lima helai. Sedangkan, pada tumbuhan monokotil tiga atau enam helai.

Di dalam mahkota terdapat benang sari dan putik. Benang sari merupakan serbuk sari yang merupakan gamet jantan pada tumbuhan. Benang sari terletak di tengah mahkota, memiliki bagian-bagian, yaitu tangkai (filamen), kepala sari, dan serbuk sari (polen). Sedangkan, putik terletak di pusat bunga. Lembaran penyusun putik disebut karpel. Setiap karpel memiliki ovarium yang menghasilkan satu sel telur. Ovarium berhubungan dengan putik yang terdiri atas tangkai putik (stilus) yang mendukung kepala putik (stigma). Stigma merupakan tempat melekatnya serbuk sari saat penyerbukan.

Aktivitas Siswa

Tujuan:
Untuk mengetahui struktur sel tumbuhan dikotil dan monokotil.

Alat dan Bahan:
1) Mikroskop.
2) Anilin sulfat.
3) Kaca objek.
4) Tumbuhan jagung dan kacang tanah.
5) Kaca penutup.
6) Silet/cutter.
7) Pinset.

Cara Kerja:
1) Siapkanlah akar muda tumbuhan jagung dan kacang tanah yang masih segar.
2) Kemudian, buatlah sayatan melintang setipis mungkin pada akar jagung dan kacang tanah tersebut.
3) Letakkan sayatan tersebut pada kaca objek yang telah ditetesi anilin sulfat, kemudian amati di bawah mikroskop.
4) Apa perbedaan antara akar jagung dan kacang tanah? Gambarkanlah setiap jaringan yang terlihat dan beri keterangan.
5) Lakukan hal yang sama pada batang.

Apa yang dapat disimpulkan? Diskusikan hasil kelompokmu dengan kelompok lain di kelas.

Menguji Diri

1. Sebutkan dan jelaskan macam-macam jaringan dewasa pada tumbuhan!
2. Jelaskan struktur dan fungsi dari akar tumbuhan!
3. Jelaskan struktur dan fungsi dari batang tumbuhan!
4. Jelaskan struktur dan fungsi dari daun tumbuhan!
5. Jelaskan struktur dan fungsi dari bunga tumbuhan!

Kilasan Materi

- Jaringan adalah kumpulan sel yang mempunyai bentuk, asal, fungsi, dan struktur sama.
- Jaringan meristem adalah jaringan muda yang bersifat embrional dan spesialisasi.
- Jaringan dewasa adalah jaringan yang telah mengalami diferensiasi.
- Jaringan epidermis adalah jaringan paling luar yang menutupi seluruh permukaan tubuh tumbuhan.
- Sel parenkim berfungsi untuk menyimpan air dan cadangan makanan.
- Organ pokok pada tumbuhan ada tiga, yaitu akar, batang, dan daun.
- Bunga merupakan alat perkembangbiakan tumbuhan angiospermae karena memiliki alat-alat reproduksi, seperti benang sari, putik, dan kandung lembaga.
- Anatomi akar dari luar ke dalam adalah epidermis, korteks, endodermis, dan stele (silinder pusat).
- Pada batang tumbuhan dikotil terdapat kambium sehingga menjadi keras, sedangkan pada batang tumbuhan monokotil tidak terdapat kambium.
- Daun berfungsi untuk fotosinteis karena daun memiliki zat hijau daun (klorofil) yang bisa menyerap sinar matahari.
- Anatomi bunga tumbuhan monokotil dan dikotil adalah sama, yaitu kelopak bunga (kaliks), mahkota bunga (corolla), benang sari (stamen) putik, dan lembaga (ovarium).

Refleksi

Tumbuhan yang tumbuh di sekitarmu memiliki bagian-bagian tubuh, yaitu akar, batang, dan daun. Namun, ada juga tumbuhan yang memiliki buah atau bunga. Setelah mempelajari struktur tumbuhan, coba kamu jelaskan kembali fungsi dari masing-masing bagian tubuh tumbuhan! Manfaat apa yang kamu peroleh setelah mempelajari bab ini?

Uji Kemampuan

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Berikut ini yang *tidak* termasuk jaringan dewasa adalah ....
   a. parenkim
   b. epidermis
   c. meristem
   d. kolenkim

2. Jaringan yang berfungsi sebagai penyokong atau penguat pada organ tubuh tumbuhan muda adalah ....
   a. meristem
   b. parenkim
   c. kolenkim
   d. sklerenkim

3. Sklereid berasal dari jaringan ....
   a. epidermis
   b. parenkim
   c. kolenkim
   d. pembuluh

4. Yang membedakan antara batang dikotil dan monokotil terletak pada ada atau tidaknya ....
   a. sklerenkim
   b. epidermis
   c. kambium
   d. xilem

5. Berikut ini adalah jaringan-jaringan penyusun akar, *kecuali* ....
   a. korteks
   b. epidermis
   c. endodermis
   d. sklerenkim

6. Pusat batang disebut ....
   a. sklerenkim
   b. stele
   c. empulur
   d. floem

7. Sel-sel epidermis yang memiliki fungsi absorpsi adalah ....
   a. ujung batang
   b. ujung akar
   c. pangkal akar
   d. daun

8. Tempurung kelapa sangat keras, karena mengandung jaringan ....
   a. epidermis
   b. kolenkim
   c. sklerenkim
   d. kolenkim

9. Lembaran penyusun putik disebut ....
   a. kaliks
   b. sepal
   c. stigma
   d. karpel

10. Tempat melekatnya serbuk sari saat penyerbukan adalah ....
    a. kaliks
    b. sepal
    c. stigma
    d. karpel

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!

1. Apakah yang dimaksud dengan jaringan meristem?
2. Jelaskan perbedaan anatomi akar, batang, dan daun tumbuhan dikotil dan monokotil!
3. Jelaskan struktur dan fungsi jaringan pada daun!
4. Mengapa batang dikotil bisa membesar, sedangkan monokotil tidak?
5. Mengapa bunga disebut sebagai alat perkembangbiakan?

1. Coba kamu perhatikan berbagai macam tumbuhan yang ada di sekitarmu! Apakah setiap tumbuhan mempunyai akar, batang, daun, dan bunga? Mengapa demikian? Jelaskan!
2. Jaringan epidermis terdapat pada akar, batang, dan daun. Sebutkan perbedaan ciri-ciri jaringan epidermis yang terdapat pada akar, batang, dan daun!
3. Apakah setiap tumbuhan memiliki jaringan epidermis, parenkim, kolenkim, sklerenkim, gabus, dan pengangkut? Diskusikanlah bersama teman sekelompokmu!

Bab 7

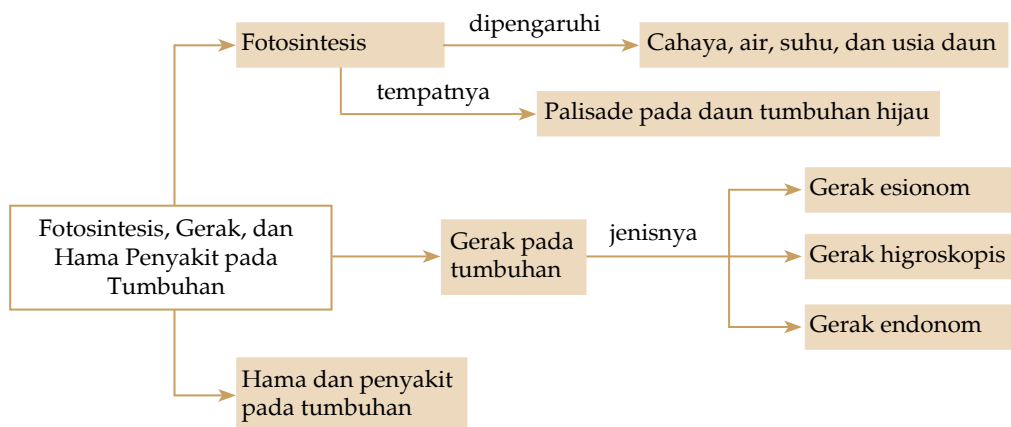
Fotosintesis, Gerak, dan Hama Penyakit pada Tumbuhan

Sumber: Encarta 2005

Gambar 7.1
Tumbuhan hijau

Coba kamu bayangkan apa yang terjadi jika tidak ada tumbuhan? Tentunya tidak akan ada makanan dan pasokan oksigen untuk pernapasan makhluk hidup. Jika tidak ada tumbuhan, manusia dan hewan akan mati karena tidak ada sumber makanan. Tumbuhan hijau dapat membuat makanan sendiri dan melakukan gerak untuk memberikan respon terhadap rangsangan dari luar. Bagaimanakah cara tumbuhan membuat makanan sendiri? Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhinya? Apa saja jenis gerak yang dilakukan oleh tumbuhan? Kamu dapat menemukan jawabannya dengan mempelajari bab ini. Selain itu, kamu juga akan mengetahui berbagai jenis hama dan penyakit pada tumbuhan.

Setelah mempelajari bab ini, kamu diharapkan dapat mendeskripsikan proses fotosintesis pada tumbuhan dan faktor-faktor yang mempengaruhinya, mengidentifikasi macam-macam gerak pada tumbuhan, serta mengidentifikasi hama dan penyakit pada organ tumbuhan yang dijumpai dalam kehidupan sehari-hari.

Peta Konsep

Manusia dan hewan tidak dapat membuat makanan sendiri sehingga bergantung pada tumbuhan. Tumbuhan dapat membuat makanan sendiri dengan bantuan sinar matahari. Peristiwa ini disebut fotosintesis. Untuk lebih mengetahui tentang fotosintesis, gerak pada tumbuhan, serta penyakit apa saja yang menyerang tumbuhan, coba kamu cermati uraian di bawah ini.

A. Fotosintesis

Tumbuhan hijau dan alga hijau mampu melakukan proses fotosintesis dengan bantuan sinar matahari. Proses fotosintesis ini menghasilkan zat makanan yang diperlukan tumbuhan untuk tumbuh dan berkembang. Jika telah mencukupi, bahan makanan ini disimpan sebagai cadangan makanan yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber makanan makhluk hidup lain, seperti hewan dan tumbuhan. Produk lain dari proses fotosintesis adalah oksigen yang digunakan untuk pernapasan semua makhluk hidup.

Fotosintesis adalah proses kimia yang terjadi pada tumbuhan hijau dengan bantuan energi sinar matahari untuk membentuk gula atau karbohidrat dan oksigen dari karbon dioksida dan air.

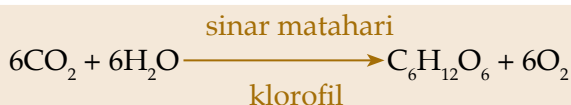
Info

Fotosintesis adalah proses kimia yang terjadi pada tumbuhan hijau dengan bantuan energi sinar matahari untuk membentuk gula atau karbohidrat dan oksigen dari karbon dioksida dan air.

1. Reaksi Kimia Proses Fotosintesis

Tumbuhan memerlukan air dan karbon dioksida untuk melakukan proses fotosintesis. Air dan mineral diserap tumbuhan dari dalam tanah melalui akar, kemudian diangkut oleh xilem menuju daun. Karbon dioksida diambil tumbuhan dari udara melalui stomata. Stomata juga berperan sebagai tempat untuk membuang uap air dan gas yang sudah tidak diperlukan lagi oleh tumbuhan. Setelah sampai di daun, air dan karbon dioksida di dalam kloroplas bereaksi membentuk gula dengan bantuan sinar matahari. Bagian daun yang menyerap sinar matahari adalah klorofil.

Reaksi kimia dalam proses fotosintesis adalah:

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{klorofil}]{\text{sinar matahari}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

Glukosa diedarkan ke seluruh tubuh tumbuhan melalui floem. Hasil fotosintesis ini digunakan tumbuhan untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Apabila kebutuhan

Pikirkanlah

Apa yang terjadi pada tumbuhan jika tidak ada cahaya matahari? Diskusikan dengan teman sebangkumu.

glukosa sudah cukup, maka kelebihan glukosa yang ada akan diubah menjadi karbohidrat dan disimpan sebagai cadangan makanan di dalam akar, batang, buah, atau biji. Dalam akar misalnya kentang, dalam batang misalnya tebu, dalam buah seperti durian, rambutan, dan pepaya, dalam biji misalnya kacang hijau.

2. Tempat Fotosintesis

Proses fotosintesis terjadi di daun yang berwarna hijau karena mengandung klorofil yang dapat menyerap sinar matahari. Daun memiliki permukaan atas dan bawah yang dilindungi lapisan epidermis yang mempunyai lapisan lilin.

Sumber: google.co.id

Gambar 7.2
Pada daun terdapat kloroplas yang merupakan tempat fotosintesis

Fungsi lapisan lilin mencegah penguapan air (transpirasi) yang berlebihan. Lapisan epidermis tersusun atas sel-sel epidermis, di antara sel-selnya terdapat stomata. Fungsi stomata adalah untuk pertukaran CO_2 dan O_2 dalam proses fotosintesis dan respirasi.

Di antara epidermis bawah dan atas terdapat jaringan palisade. Sel-selnya mengandung kloroplas yang berfungsi menyerap cahaya matahari untuk digunakan sebagai tenaga dalam proses fotosintesis. Di dalam kloroplas inilah proses fotosintesis terjadi. Dalam kloroplas terdapat pigmen warna hijau, yaitu klorofil.

3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Fotosintesis

Proses fotosintesis dipengaruhi oleh berbagai faktor, di antaranya:

a. Cahaya Matahari

Cahaya matahari sangat dibutuhkan dalam proses fotosintesis. Cahaya matahari berfungsi sebagai sumber tenaga untuk mengubah air dan karbon dioksida menjadi glukosa. Penyerapan cahaya matahari oleh tumbuhan tergantung dari intensitas cahaya matahari, lama penyinaran, dan panjang gelombang cahaya.

b. Air

Air memiliki peranan penting dalam fotosintesis karena merupakan bahan baku fotosintesis. Keberadaan air juga berpengaruh pada kerja stomata. Bila kekurangan air,

stomata menutup sehingga CO_2 terhalang masuk. Bila air dan CO_2 tidak ada, proses fotosintesis tidak dapat dilakukan.

c. Suhu

Suhu berpengaruh pada kerja enzim-enzim pada tumbuhan dalam proses fotosintesis. Setiap suhu naik 10° C, kerja enzim meningkat 2 kali lipat. Waktu yang baik untuk proses fotosintesis pada tumbuhan adalah siang hari karena suhu pada siang hari cukup tinggi sehingga kerja enzim-enzim dapat maksimal.

d. Usia Daun

Bila usia daun makin tua, aktivitas fotosintesis makin lambat. Daun yang menguning mengandung klorofil yang makin sedikit. Keadaan ini menurunkan fungsi kloroplas.

Aktivitas Siswa

Coba kamu cari tumbuhan air yang ada di sekitar rumah atau sekolahmu. Kemudian, masukkan ke dalam stoples (biarkan terbuka). Coba kamu amati tumbuhan tersebut pada malam hari dengan cara menyinari tumbuhan tersebut dengan lampu senter. Tunggulah beberapa menit. Apa yang terjadi? Apakah terdapat gelembung-gelembung? Coba kamu jelaskan zat apakah gelembung-gelembung tersebut? Diskusikan hasilnya dengan kelompok lain di kelas.

B. Gerak pada Tumbuhan

Tumbuhan melakukan gerak karena proses tumbuh atau rangsangan dari luar. Meskipun tumbuhan tidak mempunyai sistem saraf, tetapi menunjukkan adanya kepekaan, yaitu adanya gerak respon terhadap beberapa bentuk rangsangan tertentu dengan menggerakkan bagian tertentu atau melakukan proses tumbuh.

Gerak pada tumbuhan dapat dibedakan berdasarkan penyebabnya, yaitu gerak karena pengaruh dari luar (gerak esionom), gerak karena pengaruh kadar air (gerak higroskopis), dan gerak karena pengaruh dari dalam tumbuhan sendiri (gerak endonom/autonom).

Info

Meskipun tumbuhan tidak mempunyai sistem saraf, tetapi menunjukkan adanya kepekaan, yaitu adanya gerak respons terhadap beberapa bentuk rangsangan tertentu dengan menggerakkan bagian tertentu atau melakukan proses tumbuh.

1. Gerak Esionom

Gerak esionom adalah gerak pada tumbuhan yang dipengaruhi rangsangan dari luar tumbuhan, yaitu dari faktor-faktor lingkungan.

Gerak esionom dapat dibedakan menjadi gerak nasti, gerak tropisme, dan gerak taksis.

a. Gerak Nasti

Gerak nasti adalah gerak bagian tumbuhan yang tidak dipengaruhi oleh arah datangnya rangsangan. Gerak nasti terdiri atas termonasti, fotonasti, seismonasti, dan niktinasti.

1) Termonasti adalah gerak bagian tumbuhan karena adanya faktor suhu. Contohnya: bunga tulip akan mekar pada musim semi (suhu hangat).
2) Fotonasti adalah gerak bagian tumbuhan karena adanya pengaruh rangsangan sinar matahari. Contoh: bunga pukul empat akan mekar pada sore hari.
3) Seismonasti adalah gerak bagian tumbuhan karena sentuhan atau getaran. Contohnya, daun putri malu yang menguncup jika disentuh.
4) Niktinasti adalah gerak bagian tumbuhan karena rangsangan cahaya gelap. Contohnya, daun tumbuhan turi bila malam hari menutup dan membuka kembali pada pagi hari.

Sumber: google.co.id

Bunga Pukul Empat | Bunga Tulip | Bunga Turi | Bunga Putri Malu

Gambar 7.3 Tumbuhan akan melakukan gerak nasti jika mendapatkan rangsangan

b. Gerak Tropisme

Gerak tropisme adalah gerak bagian tumbuhan yang dipengaruhi arah datangnya rangsangan. Gerak tropisme dibedakan menjadi beberapa macam, yaitu:

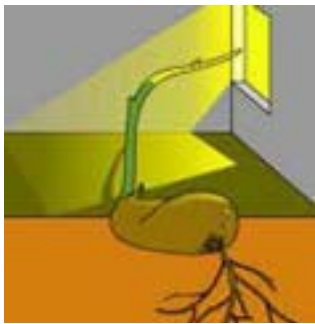
1) Hidrotropisme

Hidrotropisme adalah gerak pada tumbuhan yang disebabkan oleh rangsangan air. Contohnya, akar tumbuhan di dalam tanah menuju ke daerah yang lebih banyak air.

2) Fototropisme

Fototropisme adalah gerak pada tumbuhan karena adanya rangsangan cahaya. Contohnya, daun dan batang tumbuh membengkok ke arah cahaya matahari.

3) Geotropisme

Geotropisme adalah gerak pada tumbuhan karena adanya rangsangan gaya gravitasi bumi. Gerak tumbuhan ini dibagi menjadi dua macam, yaitu geotropisme positif dan geotropisme negatif. Geotropisme positif adalah gerak tumbuhan menuju gravitasi bumi. Contohnya, semua akar tumbuhan ke bawah menembus tanah. Sedangkan, geotropisme negatif adalah gerak tumbuhan berlawanan dengan arah gravitasi bumi. Contohnya tunas tumbuhan menuju ke atas.

Gambar 7.4
Gerak fototropisme pada tumbuhan

Sumber: google.co.id

Gambar 7.5
Gerak geotropisme negatif pada pertumbuhan tunas

4) Tigmotropisme

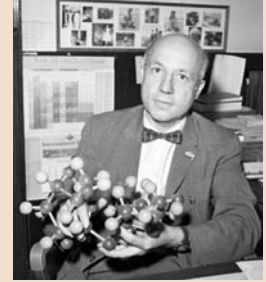
Tigmotropisme adalah gerak pada tumbuhan karena adanya sentuhan dari hewan, benda, atau tumbuhan lain. Contohnya, merambatnya sulur tumbuhan gadung pada pagar.

5) Kemotropisme

Kemotropisme adalah gerak pada tumbuhan karena adanya rangsangan bahan kimia. Contohnya, gerak akar menuju tempat yang mengandung banyak zat hara.

c. Gerak Taksis

Gerak taksis adalah gerak perpindahan tumbuhan karena adanya rangsangan yang diterima. Gerak taksis ada dua macam, yaitu taksis positif (bila perpindahan tumbuhan menuju arah datangnya rangsangan) dan taksis negatif (bila menjauhi arah datangnya rangsangan).

Sahabatku, Ilmuwan

Melvin Calvin dilahirkan pada 8 April 1911, di St. Paul, Minnesota. Calvin pertama kali belajar di Michigan College of Mining and Technology dan menerima gelar Bachelor of Science (B.Sc.) pada 1931. Ia kemudian melanjutkan studi di Universitas Minnesota dan menerima Ph.D. dalam bidang kimia

Di Universitas California, ia mendirikan Laboratorium Biodinamika Kimia dan menduduki jabatan Direktur Laboratorium Radiasi Berkeley. Di lembaga yang terakhir ini, Calvin menuntaskan banyak risetnya dalam bidang proses kimiawi fotosintesis. Penelitiannya dalam mempelajari fotosintesis melalui penggunaan pelacak yang membuatnya terkenal. Ia

menggunakan isotop C-14 sebagai perunut radioaktif untuk mengungkap reaksi gelap fotosintesis, yang sekarang dikenal sebagai daur Calvin. Pada 1961 ia dijuluki "*Mr. Photosynthesis*" oleh majalah *Time*. Calvin memenangkan Hadiah Nobel bidang Kimia pada 1961 untuk penemuannya bersama Adam Benson "untuk daur Calvin atau pergerakan karbon dalam tumbuhan".

1) Fototaksis adalah gerak perpindahan tumbuhan karena adanya rangsangan cahaya. Contohnya, *Euglena sp* (alga) bergerak menuju cahaya matahari.
2) Kemotaksis adalah gerak perpindahan tumbuhan karena adanya rangsangan senyawa kimia. Contohnya, peristiwa sel sperma bertemu sel telur.

2. Gerak Higroskopis

Gerak higroskopis merupakan gerak pada tumbuhan yang disebabkan oleh pengaruh perubahan kadar air dan pengaruh kelembapan. Contohnya adalah pecahnya buah tanaman polong-polongan.

3. Gerak Endonom/Autonom

Gerak endonom adalah gerak bagian tumbuhan yang disebabkan oleh faktor dari dalam tumbuhan sendiri. Contohnya, gerak batang tanaman kacang panjang selalu membelit ke arah kanan.

Sumber: google.co.id

Gambar 7.6
Batang kacang panjang akan selalu membelit ke kanan

Aktivitas Siswa

Tujuan:
Mengetahui dan memahami reaksi tumbuhan terhadap rangsangan.

Alat dan bahan:
1. Arloji atau *stopwatch*.
2. Pensil atau ranting.
3. Korek api.
4. Tanaman putri malu.

Cara kerja:
1. Carilah tanaman putri malu di sekitar rumahmu.
2. Siapkan arloji atau stopwatch.
3. Sentuhlah putri malu tersebut dengan menggunakan pensil atau ranting.
4. Apa yang terjadi pada tanaman putri malu tersebut?
5. Catat waktu yang dibutuhkan tanaman putri malu membuka kembali setelah disentuh.

6. Lakukan hal yang sama pada langkah nomor 3, tetapi menggunakan api. Apakah hasilnya sama?

Pertanyaan:
1. Bagaimana keadaan daun putri malu sebelum menerima perlakuan?
2. Disebut apa perlakuan atau rangsangan yang diberikan pada tanaman putri malu?
3. Bagaimanakah keadaan daun tanaman putri malu setelah menerima rangsangan?
4. Untuk membuka kembali daun tanaman putri malu, berapa lama waktu yang diperlukan?
5. Apakah hasilnya sama antara sentuhan dengan benda dan dengan api?

Apa kesimpulanmu? Diskusikan hasilnya dengan kelompok lain di kelas.

C. Hama Tanaman

Seperti halnya pada manusia dan hewan, tumbuhan pun dapat terserang penyakit ataupun hama. Hama dan penyakit yang menyerang organ tumbuhan bermacam-macam.

1. Hama

Hama pada tumbuhan merupakan hewan yang merusak bagian organ tumbuhan. Hama pada tumbuhan dapat dikelompokkan menjadi:

a) Kelompok mamalia, contoh: gajah, babi hutan, tikus, dan kera.
b) Kelompok burung, contoh: burung pipit.
c) Kelompok serangga, contoh: wereng, belalang, ulat, kumbang, dan kutu daun. Serangga merupakan kelompok hewan yang paling banyak merusak tumbuhan, diantaranya wereng coklat (*Nilapavarta*), wereng hijau (*Nepholettix nigropictus*), wereng punggung putih (*Sogatellia furcifera Horvath*) yang menyerang tanaman padi. Hama lain yang merusak tanaman padi adalah ulat pengerek (ulat dari kupu-kupu *Tryporyza innotata*), walang sangit yang menyerang biji padi muda, wangwung yang merusak tanaman kelapa dan tanaman tebu.

Sumber: google.co.id

Gambar 7.7
Beberapa hama yang menyerang tanaman

Sumber: google.co.id

Gambar 7.8
Daun tembakau yang terserang virus TMV

2. Penyakit Tumbuhan

Penyakit pada tumbuhan yang disebabkan oleh jamur, bakteri, dan virus (mikroorganisme), contohnya:

a) Virus TMV (*Tobacco Mosaic Virus*), menyerang daun tembakau, dan menyebabkan daun tembakau bercak-bercak putih.
b) Jamur *Pyricularia oryzae*, menyerang batang dan biji padi, sehingga mudah patah.
c) Jamur *Rhizoctonia solani*, menyerang tunas tumbuhan, sehingga membusuk.
d) Bakteri *Pseudomonas cattleyas*, menyerang tanaman anggrek.

Menguji Diri

1. Apa yang dimaksud dengan fotosintesis? Bagaimana prosesnya? Jelaskan!
2. Jelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi proses fotosintesis!
3. Jelaskan apa yang dimaksud dengan gerak nasti!
4. Jelaskan persamaan dan perbedaan gerak esionom dan gerak endonom!
5. Sebutkan jenis-jenis hama dan penyakit pada tumbuhan!

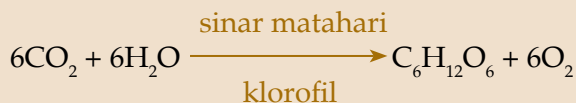
Aktivitas Siswa

Tujuan:
Mengidentifikasi hama dan penyakit tanaman pada organ tumbuhan.

Alat dan bahan:
1. Buku catatan dan pulpen.
2. Alat perekam (*voice recorder*) jika diperlukan.

Cara kerja:
1. Kunjungilah narasumber untuk diwawancarai (petani, petugas Dinas Pertanian setempat).
2. Tanyakanlah kepada narasumber tentang hama dan penyakit yang menyerang organ tumbuhan di wilayah tempat tinggalmu.
3. Catat hasilnya di buku catatanmu. Jika perlu, rekam pembicaraan yang kamu lakukan dengan narasumber.
4. Salin tabel berikut di buku tugasmu. Kemudian, lengkapi dengan data yang diperoleh dari narasumber.

Kilasan Materi

- Fotosintesis adalah proses kimia yang terjadi pada tumbuhan hijau dengan bantuan energi sinar matahari untuk membentuk gula atau karbohidrat dan oksigen dari karbon dioksida dan air.
- Reaksi kimia dalam proses fotosintesis adalah:

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{klorofil}]{\text{sinar matahari}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

- Fotosintesis terjadi di daun yang berwarna hijau karena mengandung klorofil yang dapat menyerap sinar matahari.
- Faktor yang mempengaruhi fotosintesis adalah cahaya matahari, air, suhu, dan usia daun.
- Gerak esionom adalah gerak pada tumbuhan yang dipengaruhi oleh rangsangan dari luar tumbuhan.
- Gerak nasti adalah gerak bagian tumbuhan yang tidak dipengaruhi oleh arah datangnya rangsangan.
- Gerak tropisme adalah gerak bagian tumbuhan yang dipengaruhi arah datangnya rangsangan.
- Gerak taksis adalah gerak perpindahan tumbuhan karena adanya rangsangan yang diterima.
- Gerak higroskopis merupakan gerak pada tumbuhan karena disebabkan pengaruh perubahan kadar air dan pengaruh kelembapan.
- Gerak endonom adalah gerak bagian tumbuhan karena disebabkan faktor dari dalam tumbuhan sendiri.
- Hama tumbuhan adalah hewan yang merusak bagian organ tumbuhan.
- Virus TMV (*Tobacco Mosaic Virus*) menyerang daun tembakau sehingga menyebabkan daun tembakau bercak-bercak putih.

Refleksi

Setelah kamu mempelajari fotosintesis dan hama pada tumbuhan, coba kamu jelaskan kembali proses fotosintesis dan faktor-faktor yang mempengaruhinya! Sebutkan pula jenis-jenis hama pada tumbuhan dan akibat yang ditimbulkannya! Manfaat apa yang kamu peroleh sehingga kamu dapat menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari?

Uji Kemampuan

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Pertukaran CO_2 dan O_2 dilakukan oleh ....
   a. kloroplas
   b. klorofil
   c. palisade
   d. stomata

2. Proses fotosintesis terjadi pada jaringan ....
   a. epidermis
   b. palisade
   c. stomata
   d. spons

3. Dalam proses fotosintesis, CO_2 bereaksi dengan air menghasilkan ....
   a. O_2 dan glukosa
   b. H_2O dan glukosa
   c. COH dan glukosa
   d. $C_6H_{12}O_6$ dan glukosa

4. Jaringan spons pada daun mempunyai fungsi ....
   a. menyerap cahaya matahari untuk fotosintesis
   b. menampung O_2 untuk fotosintesis
   c. proses fotosintesis
   d. menampung CO_2 untuk fotosintesis

5. Kloroplas berfungsi sebagai ....
   a. menyerap O_2
   b. menyerap CO_2
   c. menyerap cahaya matahari
   d. menyerap air

6. Fotonasti adalah gerakan tumbuhan karena rangsangan ....
   a. air
   b. suhu
   c. zat kimia
   d. cahaya

7. Mekarnya bunga tulip merupakan gerak termonasti yang dipengaruhi oleh ....
   a. zat kimia
   b. suhu
   c. cuaca
   d. cahaya

8. Menutupnya daun putri malu akibat sentuhan disebut gerak ....
   a. tigmotropisme
   b. termonasti
   c. seismonasti
   d. fotonasti

9. Virus TMV menyerang tembakau dengan gejala ....
   a. daun bercak-bercak putih
   b. batang mudah patah
   c. batang menjadi kuning
   d. daun bercak-bercak hitam

10. Walang sangit menyerang tanaman padi bagian ....
    a. batang
    b. daun
    c. akar
    d. biji

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!

1. Tuliskan reaksi fotosintesis, kemudian jelaskan!
2. Bagaimana tingkat aktivitas fotosintesis pada daun yang berwarna kuning?
3. Tuliskan enam faktor yang mempengaruhi terjadinya suatu gerak pada tumbuhan!
4. Tuliskan dan jelaskan macam gerak esionom!
5. Sebutkan jenis-jenis hama yang menyerang tanaman!

1. Fotosintesis pada tumbuhan dipengaruhi oleh kondisi cahaya matahari, air, suhu, dan usia daun. Pada kondisi tertentu, tumbuhan dapat melakukan fotosintesis dengan baik. Seperti apa kondisi itu? Jelaskan!
2. Perhatikanlah gerak pada tumbuhan berikut ini!
   a. Tanaman putri malu yang disentuh.
   b. Pecahnya buah tanaman polong-polongan pada musim kemarau.

   Sebutkan perbedaan dari kedua gerak pada tumbuhan tersebut berdasarkan konsep-konsep yang telah kamu pelajari!
3. Coba kamu temukan jenis-jenis hama dan penyakit yang menyerang tanaman-tanaman yang ada di sekitarmu! Jelaskan ciri-cirinya! Kerjakanlah bersama teman sekelompokmu!

Bab 8

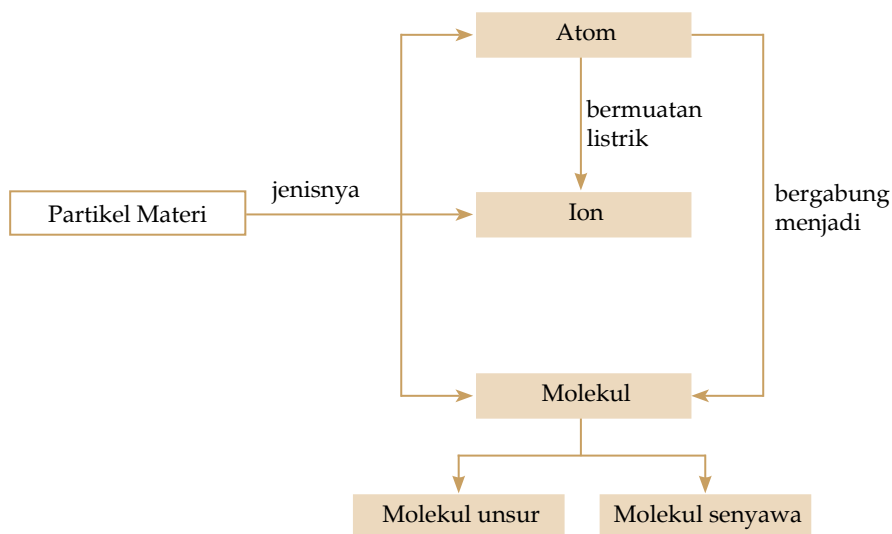
Partikel Materi

Perhatikan gambar molekul senyawa (lihat Gambar 8.1). Molekul senyawa tersebut disusun oleh atom-atom dari unsur yang berbeda. Molekul senyawa dan atom merupakan partikel materi. Apa yang dimaksud dengan partikel materi? Apa saja yang termasuk partikel materi? Bagaimanakah penerapannya dalam kehidupan sehari-hari? Kamu dapat menemukan jawabannya setelah mempelajari bab ini.

Sumber: Encarta 2005

Gambar 8.1
Molekul senyawa

Setelah mempelajari bab ini, kamu diharapkan dapat mendeskripsikan pengertian partikel materi, mendeskripsikan konsep atom, ion, dan molekul, menyebutkan produk kimia sehari-hari yang berhubungan dengan konsep atom, ion, dan molekul, serta membandingkan molekul unsur dan molekul senyawa.

Peta Konsep

Partikel materi adalah bagian terkecil dari suatu materi yang memiliki sifat materi itu. Dengan kata lain, partikel materi akan memiliki sifat yang sama dengan materi tersebut. Partikel materi tersebut dapat berbentuk atom, ion, atau molekul. Ayo cermati uraian berikut ini.

A. Atom

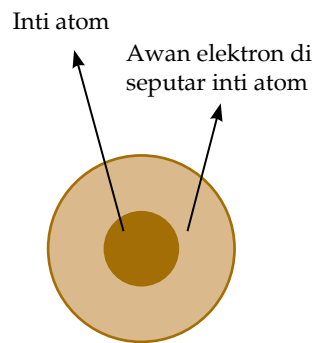
Apabila sebuah kapur tulis dipotong-potong secara terus menerus sampai bagian yang terkecil, apa yang akan terjadi? Dapatkah kapur itu dipotong terus-menerus? Semua materi dapat dibagi-bagi sampai pada bagian yang terkecil dari zat tersebut sehingga tidak bisa dibagi-bagi lagi. Menurut **Aristoteles**, pembagian materi bersifat kontinu. Suatu materi dapat dibagi menjadi bagian yang lebih kecil secara terus menerus tanpa ada batasnya. Sedangkan, **Democritus** berpendapat bahwa pembagian materi sifatnya diskontinu. Artinya, jika suatu materi dibagi secara terus menerus, maka akan diperoleh bagian yang terkecil dan tidak dapat dibagi lagi. Bagian itulah yang disebut dengan atom.

Gambar 8.2
Model atom

Atom adalah bagian terkecil dari suatu unsur. Perhatikan Gambar 8.2. Pada gambar diperlihatkan gambaran kasar tentang atom yang disimpulkan para ahli. Keadaan atom sesungguhnya sangat sukar untuk diungkapkan dalam bentuk gambar.

Pada 2500 tahun yang lalu, para ilmuan Yunani Kuno menyatakan bahwa materi terdiri dari bagian-bagian yang sangat kecil, disebut atom. Kata atom berasal dari kata *atomos* yang berarti tidak dapat dibagi-bagi lagi. Pendapat ini dikembangkan oleh **Democritus** dan dapat bertahan lama sekali, walaupun para ilmuan pada zaman itu belum bisa menjelaskan peristiwa-peristiwa perubahan zat yang terjadi di alam.

Istilah atom pertama kali diajukan oleh **Anaxagoras**. Democritus hanya mengungkapkan bahwa atom sangat kecil sehingga tidak dapat dibagi-bagi lagi. Pendapat tentang atom disempurnakan oleh John Dalton pada 1803. **John Dalton** (1766 - 1844) menyusun teori tentang atom yang lebih lengkap, yaitu sebagai berikut:

a) Materi terdiri atas sejumlah partikel yang sangat kecil dan tidak dapat dipecah-pecah lagi. Partikel inilah yang dinamakan atom.
b) Atom-atom dalam suatu unsur identik dalam segala hal atau mempunyai sifat dan massa yang sama dengan

Sahabatku, Ilmuwan

Democritus adalah seorang filosofi dari Yunani yang mengembangkan teori atom secara umum. Ia dilahirkan di Abdera, Thrace. Ia menulis secara ekstensif, tetapi hanya fragmen dari pekerjaannya

yang tertinggal. Menurut teorinya, atom berarti segala sesuatu yang tidak dapat dilihat, partikel unsur yang tidak dapat dimusnahkan (*atoma*, *"indivisibles"*), bergerak dengan bebas dan tidak terbatas di dalam suatu ruang kosong. Walaupun atom memiliki unsur penyusun yang sama, mereka berbeda dalam keadaan, ukuran, massa, urutan, dan posisi.

unsur tersebut, tetapi berbeda dengan atom-atom unsur lain.

Perhatikan gambar berikut ini!

Gambar 8.3 Atom-atom unsur H berbeda dengan atom-atom unsur C

Atom unsur H memiliki kesamaan dalam segala hal (sifat dan massa) dengan atom unsur H yang lainnya, tetapi atom unsur H berbeda dengan atom unsur C.

c) Atom dapat bergabung dengan atom lain membentuk suatu senyawa dengan perbandingan tertentu yang nilainya bulat dan sederhana.

Perhatikan gambar berikut ini!

Gambar 8.4 Atom-atom H bergabung dengan atom-atom O membentuk senyawa H_2O

Atom H bergabung dengan atom O membentuk suatu senyawa. Perbandingan atom H dengan atom O dalam senyawa tersebut adalah 2 : 1.

Sebuah atom dapat dituliskan dalam lambang tertentu. Aturan penulisan lambang sebuah atom adalah sebagai berikut:

$$^{A}_{Z}X$$

X = Lambang unsur yang disusun oleh atom
A = Nomor massa atom
Z = Nomor atom

Nomor massa atom (A) menyatakan jumlah proton dan neutron di dalam inti atom, sedangkan nomor atom (Z) menyatakan jumlah proton di dalam inti atom. Nomor atom juga menyatakan jumlah elektron yang beredar mengelilingi inti atom. Bila jumlah neutron dalam inti dilambangkan dengan N, maka:

A = Z + N
A = Nomor Massa Atom = Proton + Neutron
Z = Nomor atom = Jumlah Proton = Jumlah Elektron

Pikirkanlah!

Mengapa atom dapat bergabung dengan atom yang lainnya membentuk suatu senyawa dengan perbandingan tertentu yang nilainya bulat? Dapatkah kamu menjelaskannya? Coba kamu diskusikan dengan guru atau teman sebangkumu tentang hal tersebut!

Atom memiliki sifat yang netral. Oleh karena itu, jumlah proton harus sama dengan jumlah elektron. Dengan demikian, nomor atom menunjukkan pula jumlah elektron yang ada dalam atom itu.

Nomor atom = Jumlah proton dalam inti atom
= Jumlah elektron dalam inti atom

Sebagai contoh, atom karbon memiliki nomor massa 12 dan nomor atom 6. Tentukan:

a. aturan penulisan dari atom karbon tersebut
b. jumlah proton
c. jumlah elektron
d. jumlah neutron

Jawab:

a. Aturan penulisan dari atom karbon adalah $^{12}_{6}C$ karena atom karbon memiliki nomor massa (A) = 12 dan nomor atom (Z) = 6.
b. Jumlah proton (Z) = 6.
c. Jumlah elektron (Z) = 6.
d. Jumlah neutron = nomor massa (A) – nomor atom (Z)
= 12 – 6 = 6

Info

Nomor massa atom menunjukkan jumlah proton dan neutron di dalam inti atom, sedangkan nomor atom menunjukkan jumlah elektron yang beredar mengelilingi inti atom.

Menguji Diri

1. Apa yang dimaksud dengan atom? Jelaskan!
2. Jelaskan teori yang disusun oleh Dalton mengenai atom!
3. Isilah titik-titik pada tabel berikut!

Lambang	$^{45}_{21}Sc$	$^{33}_{16}S$	$^{35}_{17}Cl$
Jumlah Proton	...	...	...
Jumlah Neutron	...	...	...
Jumlah Elektron	...	...	...

4. Lambang suatu unsur yang disusun oleh atom adalah Cd. Atom tersebut memiliki nomor atom 48 dan nomor massa 113. Tuliskan lambang atom tersebut!

B. Ion

Seperti yang telah diuraikan sebelumnya bahwa ion merupakan salah satu partikel penyusun materi. Ion merupakan atom atau gabungan beberapa atom yang mempunyai muatan listrik positif atau negatif. Atom atau kumpulan atom yang memiliki muatan listrik positif disebut ion positif atau kation. Sedangkan, yang bermuatan listrik negatif disebut ion negatif atau anion.

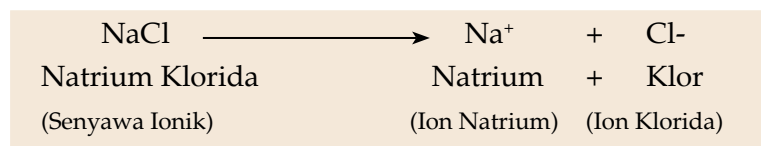
Beberapa contoh kation dan anion dapat kamu lihat pada tabel berikut ini.

Tabel 8.1 Beberapa Kation dan Anion

Kation	Nama	Anion	Nama
Na^{+}	Ion natrium	Cl^{-}	Ion klorida
Mg^{2+}	Ion magnesium	O^{2-}	Ion oksida
Al^{3+}	Ion aluminium	S^{2-}	Ion sulfida
H^{+}	Ion hidrogen	I^{-}	Ion iodida
K^{+}	Ion kalium	CO_3^{2-}	Ion karbonat

Kation (ion positif) dan anion (ion negatif) dapat bergabung membentuk senyawa ion yang disebut senyawa ionik. Senyawa ionik dapat menghantarkan listrik. Contoh yang paling sederhana adalah senyawa natrium klorida atau garam dapur yang terdiri dari ion Na^{+} dan ion Cl^{-}. Ion Na^{+} dan ion Cl^{-} akan tarik-menarik membentuk suatu senyawa NaCl (garam dapur) karena terdiri dari dua buah muatan listrik yang berlawanan. Untuk menguraikan senyawa NaCl ini menjadi unsur-unsur pembentuknya dapat dilakukan dengan cara mengalirkan arus listrik ke dalam lelehan natrium klorida (NaCl) sehingga NaCl ini akan terurai menjadi ion Na^{+} dan ion Cl^{-}.

Pikirkanlah!

Apakah setiap senyawa dapat terurai menjadi kation dan anion? Kemukakan pendapatmu!

Menguji Diri

1. Apa yang dimaksud dengan ion, kation, anion, dan senyawa ionik?
2. Bagaimanakah proses terbentuknya suatu materi dari kation dan anion?
3. Bagaimana cara menguraikan NaCl menjadi ion-ion Na^+ dan ion-ion Cl^-? Jelaskan!

C. Molekul

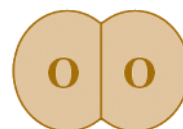
Umumnya, partikel unsur logam berbentuk atom. Logam besi terdiri atas atom-atom besi. Logam tembaga terdiri atas atom-atom tembaga. Begitu juga dengan emas. Lalu, berbentuk apakah partikel-partikel senyawa? Partikel-partikel senyawa terdiri atas molekul-molekul senyawa itu.

Molekul senyawa adalah partikel terkecil dari suatu senyawa yang masih memiliki sifat yang sama dengan senyawa itu. Molekul senyawa dapat dibentuk dari penggabungan atom unsur-unsur yang sama (molekul unsur) ataupun atom unsur-unsur yang berbeda (molekul senyawa).

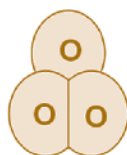
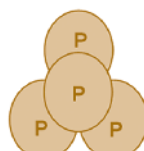
Info

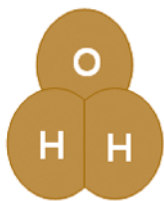
Molekul senyawa adalah partikel terkecil dari suatu senyawa yang masih memiliki sifat yang sama dengan senyawa itu.

1. Molekul Unsur

Molekul unsur merupakan molekul yang terbentuk dari hasil penggabungan atom-atom unsur yang sama atau sejenis. Sebagai contoh, gas O_2 (oksigen) yang ada di udara adalah unsur yang partikelnya berupa molekul. Molekul oksigen dibentuk oleh dua atom oksigen (lihat Gambar 8.5).

Gambar 8.5
Molekul oksigen

Molekul yang terbentuk dari dua atom disebut molekul **dwiatom**, misalnya Nitrogen (N_2). Sedangkan, atom yang terbentuk dari tiga atom atau lebih disebut molekul **poliatomik**. Sebagai contoh, molekul yang dibentuk oleh tiga atom disebut molekul **triatom**, misalnya Ozon (O_3). Molekul yang terdiri atas empat atom disebut molekul **tetraatom**, misalnya posfor (P_4).

Dwiatom

Triatom

Tetraatom

Gambar 8.6
Susunan atom molekul dwiatom, triatom, dan tetraatom

Gambar 8.7
Molekul air

2. Molekul Senyawa

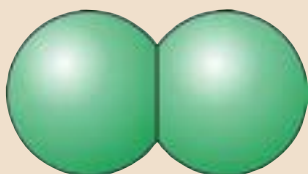
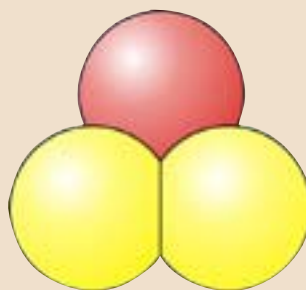
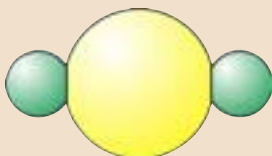
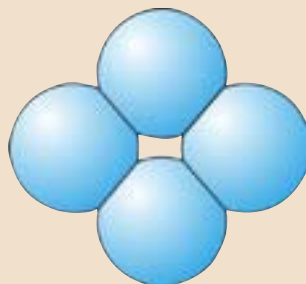
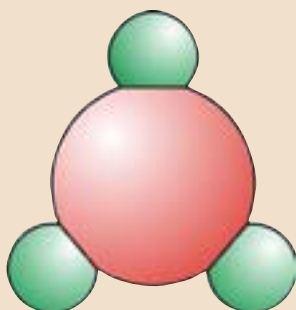
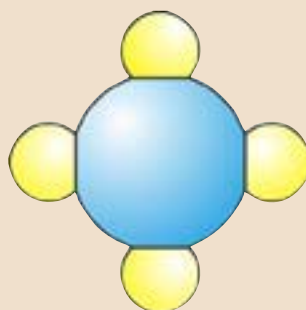
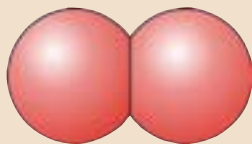
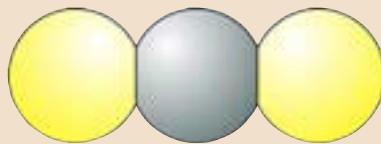
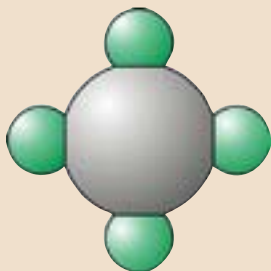
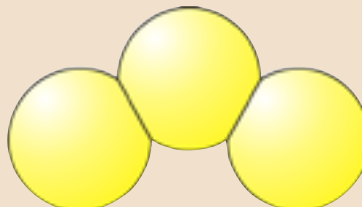
Molekul senyawa adalah molekul yang terbentuk dari hasil penggabungan atom unsur-unsur yang berbeda. Contoh molekul senyawa yang sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari adalah air (H_2O). H_2O merupakan hasil penggabungan dua atom H dan satu atom O. Di sini kita bisa lihat bahwa atom H berbeda dengan atom O.

Aktivitas Siswa

Tujuan: Membandingkan molekul unsur dan molekul senyawa.

Langkah kerja:

1. Perhatikan molekul-molekul berikut ini.

   a.

   b.

   c.

   d.

   e.

   f.

g.

h.

i.

j.

2. Bandingkan molekul yang satu dengan yang lainnya, kemudian kelompokkan menjadi molekul unsur dan molekul senyawa.

Kelompok	Gambar
Molekul unsur	
Molekul senyawa	

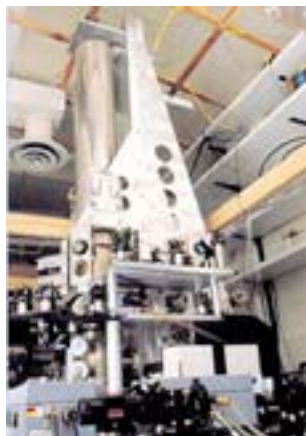
Pertanyaan:
1. Apa ciri-ciri molekul unsur?
2. Apa ciri-ciri molekul senyawa?
3. Apakah molekul unsur sama dengan molekul senyawa?

Menguji Diri

1. Apa yang dimaksud dengan molekul?
2. Jelaskan istilah berikut ini!
   a. molekul diatomik
   b. molekul poliatomik
   c. molekul triatomik
   d. molekul tetraatomik
3. Apa perbedaan antara molekul unsur dengan molekul senyawa? Berikan contohnya masing-masing!

D. Konsep Atom, Ion, dan Molekul dalam Produk Kimia Sehari-Hari

Dalam kehidupan sehari-hari, kamu dapat menemukan konsep atom, ion, dan molekul. Berikut ini adalah produk kimia yang mengandung konsep atom, ion, dan molekul.

Sumber: Encarta 2005

Gambar 8.8
Jam atomik menggunakan atom cesium

1. Jam Atomik

Jam atomik diluncurkan oleh NIST Amerika Serikat pada 29 Desember 1999. Jam atomik ini mengukur emisi cahaya yang dipancarkan oleh atom cesium yang jatuh pada rongga gelombang mikro.

2. Garam Dapur dan Gula Pasir

Pada garam dapur terdapat atom Na dan Cl. Atom Na dan Cl ini berubah menjai ion Na^+ dan Cl^- sehingga dapat bergabung membentuk garam (NaCl). Begitu juga dengan gula pasir yang mengandung aom C, H, dan O. Atom-atom C, H, dan O bergabung membentuk molekul gula ($C_6H_{12}O_6$).

Molekul garam

Molekul gula

Sumber: Encarta 2005

Gambar 8.9
Molekul garam disusun oleh atom Na dan Cl, sedangkan molekul gula disusun oleh atom C, H, dan O

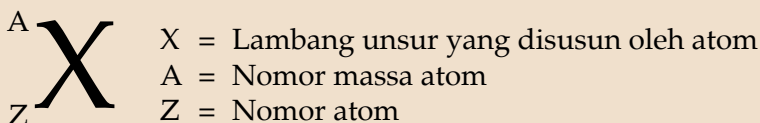
3. Minuman Isotonik

Setelah berolahraga, kamu akan kehilangan cukup banyak ion-ion. Oleh karena itu, kamu harus segera meminum minuman isotonik untuk menggantikan ion-ion tubuh yang hilang tersebut. Produk minuman isotonik merupakan contoh produk yang mengandung ion dan menerapkan konsep ion di dalamnya. Contoh ion yang terdapat dalam minuman isotonik adalah ion Ca^{2+} dan Fe^{3+}.

Aktivitas Siswa

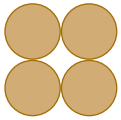
Carilah produk kimia lain yang mengandung konsep atom, ion, dan molekul! Jelaskan manfaatnya bagi kehidupan sehari-hari!

Kilasan Materi

- Atom adalah bagian terkecil dari suatu unsur.
- Democritus berpendapat bahwa materi terdiri dari atas bagian-bagian yang sangat kecil dan tidak dapat dibagi-bagi lagi yang disebut atom.
- Teori atom John Dalton (1766 - 1844) adalah:
  a. Materi terdiri atas sejumlah partikel yang sangat kecil dan tidak dapat dipecah-pecah lagi.
  b. Atom-atom dalam suatu unsur identik dalam segala hal atau mempunyai sifat dan massa yang sama dengan unsur tersebut, tetapi berbeda dengan atom-atom unsur lain.
  c. Atom dapat bergabung dengan atom lain membentuk suatu senyawa dengan perbandingan tertentu yang nilainya bulat dan sederhana.
- Aturan penulisan lambang sebuah atom adalah sebagai berikut:

$${}^{A}_{Z}X$$

X = Lambang unsur yang disusun oleh atom
A = Nomor massa atom
Z = Nomor atom

- Nomor massa atom (A) menyatakan jumlah proton dan neutron di dalam inti atom, sedangkan nomor atom (Z) menyatakan jumlah proton di dalam inti atom.
- Ion positif atau kation adalah atom atau kumpulan atom yang memiliki muatan listrik positif.
- Ion negatif atau anion adalah atom atau kumpulan atom yang bermuatan listrik negatif.
- Molekul unsur merupakan molekul yang terbentuk dari hasil penggabungan atom unsur-unsur yang sama atau sejenis.
- Molekul senyawa adalah molekul yang terbentuk dari hasil penggabungan atom unsur-unsur yang berbeda.

Refleksi

Setelah kamu mempelajari jenis-jenis partikel materi, coba kamu jelaskan kembali jenis-jenis partikel materi dan perbedaannya! Manfaat apa yang kamu peroleh setelah mempelajari materi pada bab ini?

Uji Kemampuan

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Bagian terkecil dari suatu unsur adalah ....
   a. atom
   b. molekul
   c. anion
   d. kation

2. Pernyataan yang benar tentang postulat atom Dalton adalah ....
   a. atom dapat dipecahkan lagi dengan reaksi kimia biasa
   b. atom dapat diciptakan atau dimusnahkan
   c. atom-atom tidak dapat bergabung membentuk suatu senyawa
   d. atom-atom yang ada di alam tidak identik dalam segala hal

3. Pernyataan yang salah mengenai nomor atom adalah ....
   a. nomor massa atom dikurangi banyak-nya neutron dalam inti atom
   b. banyaknya elektron dalam inti atom
   c. banyaknya proton dalam inti atom
   d. banyaknya neutron dalam inti atom

4. Sebuah atom memiliki lambang ${}^{33}_{16}S$. Pernyataan yang benar untuk atom tersebut adalah ....
   a. nomor atom 32
   b. nomor massa 16
   c. banyaknya proton 16
   d. banyaknya neutron 16

5. Partikel materi yang memiliki muatan listrik positif atau negatif adalah ....
   a. atom
   b. ion
   c. kation
   d. anion

6. Jika senyawa KCl dilarutkan ke dalam air maka akan terurai menjadi ion K^+ dan ion Cl^-. Dalam hal ini, ion Cl^- disebut ....
   a. kation
   b. anion
   c. atom
   d. molekul

7. Molekul unsur dibentuk oleh ....
   a. ion-ion sejenis
   b. atom-atom sejenis
   c. ion-ion yang tidak sejenis
   d. atom-atom yang tidak sejenis

8. Bagian terkecil dari gas H_2 adalah ....
   a. atom
   b. ion
   c. molekul
   d. kation

9. Yang merupakan molekul dwiatomik adalah ....
   a. CO_2
   b. O_2
   c. H_2O
   d. NO_3

10. Gambar yang menunjukkan molekul senyawa adalah ....
    a.
    b.
    c.
    d.

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!

1. Jelaskan perbedaan antara atom, ion, dan molekul!
2. Jelaskan perbedaan antara anion dan kation! Kemudian, berikan masing-masing lima buah contoh anion dan kation!
3. Isilah titik-titik pada tabel di bawah ini! Kerjakanlah di buku tugasmu!

Lambang	$^{19}_{9}F$	$^{...}_{...}In$	$^{56}_{...}Fe$
Jumlah Proton	...	...	26
Jumlah Neutron	...	64	...
Jumlah Elektron	...	49	...
Nomor Atom	...	...	...
Nomor Massa	...	...	...

4. Atom Mg memiliki proton sebanyak 12 dan neutron 12. Tentukanlah nomor atom dan nomor massa dari atom Mg! Tuliskan lambang untuk atom Mg!
5. Apa yang dimaksud dengan molekul dwiatomik, triatomik, dan tetraatomik? Jelaskan dan berikan contohnya!

1. Apakah setiap materi memiliki partikel terkecil? Dapatkah kamu menentukan partikel terkecil dari suatu materi? Jelaskan!
2. Jelaskan perbedaan antara atom, ion, dan molekul! Di mana kamu dapat menemukan atom, ion, atau molekul?
3. Jelaskan hubungan konsep atom, ion, dan molekul dengan produk kimia sehari-hari? Diskusikan dengan teman sebangkumu!

Bab 9

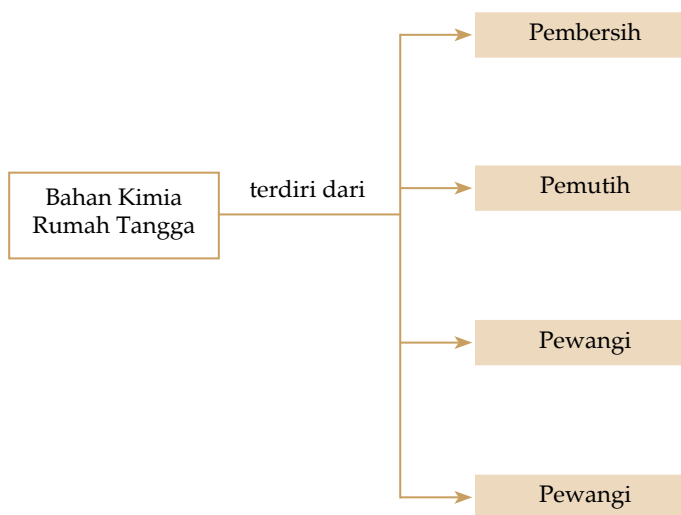
Bahan Kimia Rumah Tangga

Sumber: Encarta 2005

Gambar 9.1
Detergen

Detergen merupakan salah satu contoh bahan kimia yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Selain detergen, bahan kimia apalagi yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari? Apa kegunaan dan efek samping bahan kimia tersebut? Kamu dapat menemukan jawabannya setelah mempelajari bab ini.

Setelah mempelajari bab ini, kamu diharapkan dapat menyebutkan bahan kimia yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari, mendeskripsikan kegunaan dan efek samping bahan kimia tersebut, serta mencari informasi kegunaan dan efek samping bahan kimia.

Peta Konsep

Beberapa di antara kamu pernah mendengar mengenai bahan-bahan kimia yang sering digunakan oleh manusia dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya, sebagai bahan pengawet dalam makanan, peracikan obat-obatan, dan yang paling sering kita dengar adalah digunakan sebagai bahan peledak.

Bahan-bahan kimia tersebut akan membahayakan jika kita menggunakannya untuk hal-hal yang negatif. Akan tetapi, tanpa kita sadari banyak bahan kimia yang bermanfaat dalam kehidupan ini. Misalnya, saat kita mandi, sabun mandi dan pasta gigi yang kita gunakan mengandung bahan kimia. Selain itu, detergen dan pewangi pakaian yang kita pakai juga menggunakan bahan kimia dalam proses pembuatannya. Ayo cermati uraian berikut ini.

A. Pembersih

Tahukah kamu jika sabun dan detergen yang kamu gunakan sehari-hari terbuat dari bahan kimia? Sabun dan detergen merupakan sebagian saja dari sekian banyak pembersih yang digunakan oleh manusia. Sabun biasanya digunakan untuk membersihkan badan dari kotoran yang menempel, seperti debu, minyak, keringat, dan lain-lain. Sedangkan, detergen biasanya digunakan untuk membersihkan pakaian yang kotor.

Sumber: google.co.id

Gambar 9.2
Berbagai jenis sabun dan detergen

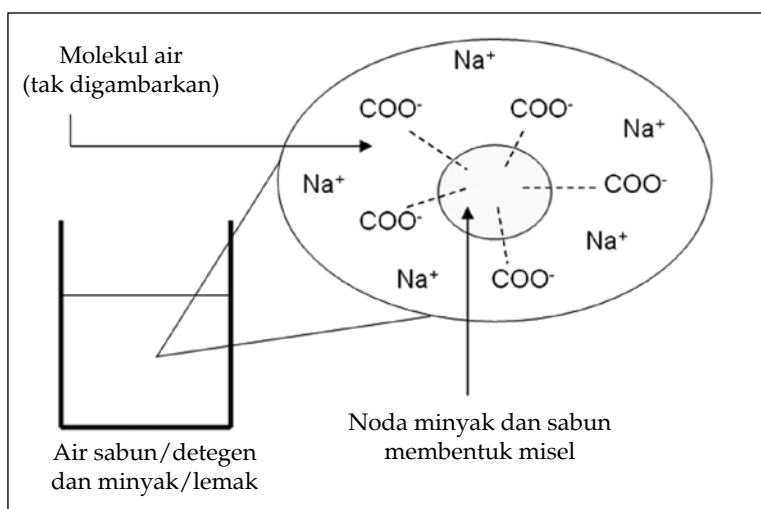
Sabun telah digunakan lebih dari 45 abad yang lalu. Pada abad ke-15, pabrik sabun banyak bermunculan di negara Italia, khususnya di kota Venice dan Savona. Sedangkan, pada abad ke-17 banyak terdapat di Marsailes. Sampai saat ini, industri sabun dan detergen terus berkembang dengan pesat sesuai dengan kebutuhan manusia dan peningkatan kualitas daya bersihnya sehingga lebih efisien, mudah digunakan, aman bagi penggunanya, dan yang paling penting adalah tidak mencemari lingkungan.

Sabun adalah garam natrium atau kalium dari asam lemak dengan rantai karbon yang memuat 12 sampai 18 atom karbon. Asam lemak yang biasa dipakai adalah asam palmitat atau asam stearat yang dihasilkan dari hidrolisis lemak oleh basa. Sabun dan detergen merupakan surfaktor atau zat penurun tegangan permukaan sehingga kotoran berupa minyak atau lemak yang tadinya tak dapat bercampur dengan air menjadi mudah bercampur dengan air. Selain itu, sabun dan detergen memiliki kesamaan struktur, yaitu mampu melepaskan sejenis ion yang strukturnya suka akan

Info

Sabun adalah garam natrium atau kalium dari asam lemak yang memuat 12 sampai 18 atom karbon.

air (*hidrofilik*) sehingga dapat larut dalam air dan bagian ion yang tidak suka akan air (*hidrofob*) akan larut dalam minyak atau lemak.

Salah satu contoh sabun adalah *sabun natrium stearat*. Ketika *sabun natrium stearat* dicampur dengan air, maka akan terionisasi menjadi ion stearat (bermuatan negatif) dan ion natrium (bermuatan positif). Bagian ion stearat yang memiliki sifat *hidrofob* akan larut dalam minyak atau lemak. Sedangkan, bagian ion stearat lain akan larut dalam air dan menempel pada permukaan butiran-butiran minyak karena memiliki sifat *hidrofilik*. Hal ini akan menyebabkan butiran-butiran minyak akan saling menjauh karena memiliki muatan yang sama.

Gambar 9.3 Model interaksi antara partikel pengotor dan surfaktan

Pikirkanlah

Mengapa sabun dan detergen yang sukar diuraikan oleh pengurai dalam air dapat membahayakan tubuh manusia? Jelaskan!

Pemilihan sabun dan detergen yang tidak selektif dapat menimbulkan dampak negatif pada lingkungan. Sabun dan detergen yang sukar diuraikan oleh pengurai dalam air dapat membahayakan tubuh manusia. Air limbah hasil sabun dan detergen yang tidak terurai akan terserap ke dalam tanah yang kemudian bercampur dengan air tanah yang akan kita gunakan sebagai sumber air minum. Selain itu, air limbah juga bisa terminum oleh hewan ternak sehingga akan terakumulasi dalam tubuh hewan. Apabila hewan tersebut dikonsumsi oleh manusia, dikhawatirkan akan menimbulkan penyakit degeneratif, seperti tumor atau kanker. Oleh karena itu, kita harus selektif memilih sabun atau detergen yang ramah akan lingkungan.

Banyak hal yang bisa dilakukan untuk mengatasi masalah yang timbul akibat pemakaian sabun dan detergen ini, di antaranya adalah sebagai berikut:

a) Mengganti bahan baku pembuatan sabun dan detergen yang ramah lingkungan sehingga dapat diuraikan oleh mikroorganisme (*biodegradable*).
b) Dalam pemakaian sabun dan detergen, sebaiknya dalam takaran yang seminimal mungkin sehingga kadar pencemaran dalam airnya pun akan makin kecil.
c) Memilih produk yang tidak mengandung fosfat karena penggunaan fosfat bisa meningkatkan pertumbuhan gulma di perairan yang kemudian bisa merusak keindahan laut dan mengancam keselamatan hewan air.

Sabun dan detergen hanyalah sebagian kecil bahan pembersih yang sering kita gunakan dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, masih banyak bahan pembersih lainnya, di antaranya adalah *natrium hidrogen sulfat* yang sering digunakan untuk membersihkan kerak kapur yang menempel pada keramik, asam oksalat, asam sulfat, asam klorida, isoprofil alkohol, gliserin, kalium kromat, dan sebagainya. Karena sebagian besar dari bahan pencuci tersebut berbahaya bagi kesehatan (misalnya, keracunan atau dapat mengakibatkan iritasi) sehingga diperlukan ketelitian dalam membaca petunjuk pemakaiannya dan diperlukan kehati-hatian ketika menggunakan bahan-bahan tersebut.

Info

Agar penggunaan bahan kimia pembersih tidak membahayakan bagi kesehatan kita, maka harus diperhatikan petunjuk pemakaiannya serta berhati-hati dalam menggunakannya.

Menguji Diri

Coba kamu jelaskan dampak negatif dalam penggunaan sabun dan detergen! Kemudian, jelaskan bagaimana cara menanggulanginya!

B. Pemutih

Selain detergen, ada juga bahan kimia lain yang berfungsi untuk menghilangkan noda pada pakaian, yaitu pemutih. Pemutih berfungsi untuk menghilangkan noda yang tidak hilang dengan menggunakan detergen. Pemutih ini mengandung bahan kimia aktif *natrium hypoklorit* (NaOCl) kurang lebih 5%, yang berfungsi untuk mengoksidasi noda yang menempel pada pakaian sehingga

Sumber: google.co.id

Gambar 9.4
Bahan kimia yang berfungsi sebagai pemutih

tidak tampak lagi pada pakaian. Selain menghilangkan noda, pemutih juga bisa memudarkan warna pakaian. Oleh karena itu, penggunaannya harus hati-hati. Selain bisa menghilangkan noda dan memudarkan pakaian, pemutih juga bisa digunakan untuk membasmi hama (disinfektan).

Penggunaan pemutih ini sebaiknya tidak dicampur dengan pembersih lain yang bersifat asam karena dari hasil pencampuran dengan zat yang bersifat asam dapat menimbulkan pembentukan klor yang larut dan gas klor yang beracun. Jika zat ini tertelan, asam hypoklorit akan dilepaskan ketika sampai ke lambung (lambung mengandung asam lambung). Selama bereaksi dalam lambung, gas klor akan dilepas dan kemudian akan terhirup sehingga akan merusak sistem pernapasan manusia, terutama paru-paru.

Selain berbahaya bagi pernapasan, larutan ini juga berbahaya bagi bagian tubuh lainnya, di antaranya adalah sebagai berikut:

Sumber: google.co.id

Gambar 9.5
Kulit menjadi rusak karena terkena larutan klor

a) Larutan klor yang terbentuk berbahaya bagi kulit. Kulit biasanya menjadi kemerah-merahan, terasa perih, dan terjadi iritasi yang mengakibatkan rusaknya jaringan kulit.
b) Bila larutan ini terkena mata, mata akan menjadi perih dan penglihatan menjadi kabur.
c) Bila tertelan, tenggorokan akan terasa terbakar dan menimbulkan iritasi berat yang disertai dengan nyeri dan radang. Apabila konsentrasinya lebih dari 5%, biasanya akan menimbulkan rasa sakit saat menelan, keluar air liur, dan juga rasa sakit yang parah pada tenggorokan, perut, dan dada.

Hal yang dapat dilakukan apabila kita mengalami kontak langsung dengan zat ini adalah sebagai berikut:

a) Bila terkena kulit, segera lepaskan pakaian yang terkontaminasi, lalu cuci dengan air bersih. Bila kulit terasa perih, segera bawa ke dokter.
b) Bila terkena mata, segera cuci mata dengan air yang bersih dan mengalir selama kurang lebih 15 menit. Bila terjadi iritasi, perih, dan terjadi pembengkakan, segera bawa ke dokter.
c) Bila terhirup, segera bawa ke udara yang lebih segar. Bila batuk dan susah bernapas, bawalah ke dokter.
d) Bila tertelan, segera beri air minum sebanyak mungkin sambil berkumur-kumur, jangan dirangsang untuk dimuntahkan, dan bawa ke dokter.

Apabila kita perhatikan, ternyata pemutih ini sangat berbahaya bagi manusia. Oleh karena itu, perlu dilakukan pencegahan-pencegahan agar hal-hal tersebut tidak terjadi. Hal-hal yang bisa dilakukan adalah sebagai berikut:

a) Saat menggunakan pemutih dengan konsentrasi lebih dari 5%, sebaiknya menggunakan pelindung pernapasan, sarung tangan pelindung, dan pakaian kerja.
b) Simpan dalam wadah yang tertutup rapat dan tidak terkena kontak langsung dengan matahari. Selain itu, jauhkan dari bahan-bahan yang mudah terbakar.

Sumber: google.co.id

Gambar 9.6
Memakai masker dapat melindungi diri dari bahaya bahan kimia

Selain *Natrium hypoklorit* (NaOCl), masih banyak contoh lain yang biasa digunakan sebagai pemutih, di antaranya kaporit (*Kalsium hipoklorit*) atau $Ca(ClO)_2$, *Natrium perborat* ($NaBO_3$), dan *Hidrogen peroksida* (H_2O_2).

Menguji Diri

Mengapa jika Natrium hypoklorit bercampur dengan bahan yang bersifat asam akan menghasilkan klor yang berupa larutan dan gas? Lalu, mengapa larutan dan gas klor yang dihasilkan tersebut berbahaya bagi manusia? Jelaskan!

C. Pewangi

Pewangi merupakan bahan kimia yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari, yang memiliki beragam jenis kegunaan, bisa digunakan sebagai pewangi makanan, ruangan, pakaian, dan tubuh. Beberapa pewangi hasil ekstraksi bagian tumbuhan tersaji dalam tabel berikut ini.

Tabel 9.1 Pewangi Hasil Ekstraksi dari Tumbuhan

Nama	Aroma/Bau
Etil Propanoat	seperti nenas
Amil Asetat	seperti pisang
Sitrat	seperti jeruk
Sinamaldehid	wangi kayu manis
Mentol	wangi mentol

Sumber: google.co.id

Gambar 9.7
Bahan kimia pewangi

Pewangi bisa diperoleh langsung dari bahan-bahan alami dan hasil sintesis. Salah satunya adalah parfum. Parfum merupakan pewangi yang paling akrab digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Parfum dengan merek terkenal biasanya tidak mencantumkan rumus bahan aktifnya karena khawatir akan ditiru oleh para pesaing dagangnya.

Kamu perlu tahu bahwa untuk pembuatan parfum dan deodoran diperlukan bahan campuran lain, seperti alkohol sebagai propelan dan pelarut. Hal ini dimaksudkan agar penggunaannya lebih mudah. Ketika parfum disemprotkan ke bagian tubuh, alkohol akan menguap ke udara dan parfum murni akan menempel ke tubuh atau pakaian.

Pada deodoran, selain mengandung bahan pewangi juga mengandung tawas, seperti *aluminium klorid heksahidrat*. Hal ini dimaksudkan agar ketika keringat keluar, zat tambahan ini akan berfungsi sebagai pembunuh kuman-kuman penyebab bau badan.

Selain alkohol dan tawas, ada beberapa pewangi yang menggunakan bahan propelan lain yang bisa mencemari udara. Karena apabila propelan tersebut bercampur dengan udara, kemudian masuk ke dalam lapisan atmosfer, maka akan menyebabkan rusaknya lapisan ozon (suatu lapisan yang melindungi kita dari berbagai sinar yang berenergi tinggi sehingga bisa merugikan manusia, misalnya sinar ultra violet). Oleh karena itu, kita harus bisa selektif dalam memilih produk parfum, jangan sampai mengandung bahan kimia yang dapat mencemari udara dan membahayakan tubuh kita.

Aktivitas Siswa

Carilah informasi dari berbagai sumber tentang kegunaan dan efek samping bahan kimia yang sering kamu gunakan sehari-hari.

Menguji Diri

Sebutkan dampak negatif yang timbul akibat penggunaan bahan pewangi!

D. Pembasmi Hama

Tanaman tidak akan lepas dari gangguan luar. Gangguan ini banyak jenisnya. Cara penanggulangannya pun berbeda-beda dan banyak cara (cara fisik, cara biologi, cara kimia, dan lain-lain). Pada kesempatan ini, kamu akan mempelajari cara penanggulangan gangguan-gangguan tersebut dengan cara kimia. Cara kimia dalam pemberantasan hama dilakukan dengan pemberian obat kimia yang disebut pestisida. Pestisida adalah sebutan untuk semua jenis obat (bahan kimia) pembasmi hama yang ditujukan terhadap serangga, jamur, bakteri, dan hama lainnya.

1. Insektisida

Insektisida adalah obat (bahan) kimia yang digunakan untuk memberantas hama tanaman berupa serangga. Contohnya adalah lindan, DDT (penggunaannya sudah dilarang), *dieldrin*, *endrin*, *malation*, *paration* (insektisida yang memiliki daya bunuh paling tinggi).

Sumber: google.co.id

Gambar 9.8 Insektisida

Sumber: google.co.id

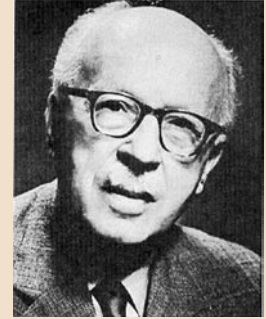
Gambar 9.9 Fungisida

2. Fungisida

Fungisida adalah obat kimia yang digunakan untuk memberantas hama tanaman berupa jamur atau cendawan. Contohnya adalah serbuk belerang, fungisida organik (misalnya *zineb* dan *maneb*), dan $CuSO_4$ yang dibuat menjadi *Bubur Bordeaux* (BB).

3. Bakterisida

Bakterisida adalah obat kimia yang digunakan untuk memberantas hama tanaman berupa bakteri dan virus. Contohnya adalah *tetramycin* yang digunakan untuk membunuh virus CVPD yang menyerang tanaman jeruk. Umumnya, bakteri yang telah menyerang tanaman akan sangat sulit untuk diberantas. Pemberian obat biasanya dilakukan pada tanaman yang belum terkena bakteri dengan dosis tertentu.

Sahabatku, Ilmuwan

Lavoslav Stjepan (1887-1976) adalah kimiawan dan profesor di Universitas Swiss yang dianugerahi Penghargaan Nobel dalam Kimia pada 1939. Ia menghadiri SD program klasik di Osijek (Kroasia), mengubah cita-citanya dari pendeta untuk belajar ilmu teknik. Namun, ia berubah pikiran ke Sekolah Tinggi Teknik di Karlsruhe, mempelajari kimia organik dan fisika kimia dibawah bimbingan Fritz Haber.

Ia memulai penelitian di bidang industri parfum, bermula dari terpen. Kemudian, ia memperluas wilayah penelitiannya, ke kimia terpen dan steroid yang lebih tinggi. Setelah berhasil mensintesis hormon seks (*androsteron* dan *testosteron*),

laboratoriumnya menjadi pusat kimia organik dunia. Pada 1939, ia dianugerahi penghargaan nobel dalam Kimia bersama dengan Adolf Butenandt untuk karyanya pada polimetilen dan terpen.

4. Herbisida

Herbisida adalah jenis pestisida yang digunakan untuk membasmi tanaman pengganggu (gulma) seperti alang-alang, rumput, dan eceng gondok. Contoh herbisida adalah *ammonium sulfonat* dan *pentaklorofenol*.

Sumber: google.co.id

Gambar 9.10
Bakterisida

Sumber: google.co.id

Gambar 9.11
Herbisida

5. Rodentisida

Obat ini dibuat untuk memberantas hama tanaman berupa hewan pengerat, seperti tikus. Penggunaan obat ini biasanya diberikan sebagai umpan yang dicampur dengan makanan lainnya. Akan tetapi, penggunaannya harus hati-hati karena dapat mematikan hewan ternak yang memakannya.

6. Nematisida

Obat ini dibuat untuk memberantas hama tanaman jenis *Nematoda* atau cacing. Nematisida bersifat meracuni tanaman sehingga penggunaannya biasanya diberikan 3 minggu sebelum masa tanam tiba. Penerapannya pada kebun kopi atau lada karena biasanya cacing banyak menyerang tanaman tersebut. Contoh dari nematisida adalah DD, *Vapam*, dan *Dazomet*.

7. Helisida

Obat ini digunakan untuk memberantas hama tanaman, seperti siput atau bekicot. Obat yang biasa digunakan adalah *metaldehyde* atau *metadex* dan *mercaptometur*.

Selain bermanfaat untuk memberantas hama, ternyata pestisida juga menimbulkan dampak negatif bagi manusia ataupun lingkungan. Pestisida biasanya digunakan dalam

bidang pertanian sehingga yang terkena dampak langsung dari penggunaan pestisida adalah para petani. Biarpun sedikit, tetapi para petani pasti akan terkena racun pestisida apalagi jika mereka tidak menggunakannya sesuai dengan petunjuk pemakaiannya. Dampak lain dari penggunaan pestisida adalah sebagai berikut:

a) Tanaman yang diberi pestisida kemungkinan besar menyerap pestisida tersebut melalui akar, lalu ke batang, daun, dan buah. Lalu pestisida tersebut akan terakumulasi dalam tubuh hewan pemakan tanaman. Dapat dibayangkan melalui proses rantai makanan racun pestisida akan terkumpul dalam tubuh manusia (bioakumulasi).
b) Pestisida yang tidak terurai dalam air akan terbawa ke dalam biota air. Pestisida dalam air akan menghambat proses fotosintesis pada plankton yang menjadi makanan makhluk air. Plankton dan ikan-ikan pemakan plankton akan terkena racun pestisida.
c) Penggunaan pestisida jangka panjang akan menyebabkan munculnya spesies hama tanaman yang tahan terhadap takaran pestisida yang diterapkan. Hama ini baru musnah setelah takaran pestisida diperbesar. Akibatnya, hal ini akan memperbesar tingkat pencemaran pestisida pada makhluk hidup.

Upaya yang bisa dilakukan untuk mengurangi dampak negatif dari penggunaan pestisida, yaitu dengan menggunakan pestisida alami yang berasal dari tumbuhan (*biopestisida*) yang mudah terurai (*biogenerable*), sehingga penggunaannya relatif aman. Akan tetapi, apabila tidak ada cara lain untuk memberantas hama selain dengan menggunakan pestisida, berbagai pihak khususnya lembaga terkait (PPL: Penyuluh Pertanian Lapangan) harus bisa memilih pestisida yang paling kecil resiko pencemarannya terhadap makhluk hidup.

Pikirkanlah !

Apa yang akan terjadi jika muncul spesies hama tanaman yang tahan terhadap takaran pestisida yang diterapkan? Bagaimana cara menanggulanginya? Kemukakan pendapatmu!

Aktivitas Siswa

Tujuan: Membuat biopestisida dan menggunakannya

A. Untuk mengatasi penyakit keriting pada cabai

1. Bahan:
   a) Abu dapur 2 kg.
   b) Tembakau ¼ kg.
   c) Belerang 3 ons.

2. Langkah kerja:
    a) Ketiga bahan direndam dalam air selama 3–5 hari.
    b) Saring air rendaman tersebut.
    c) Semprotkan pada tanaman cabai yang terkena penyakit keriting.
    d) Cara yang lain, bisa juga dengan menaburkan secara langsung abu dapur pada tanaman yang terserang penyakit keriting.

B. Mengendalikan ulat grayak, ulat lain, dan serangga

1. Bahan:
    a) Segenggam daun gamal (± 1 kg).
    b) 5 liter air.
    c) 250 mg tembakau (dalam bentuk abu rokok).

Gambar 9.12 Daun Gamal

Gambar 9.13 Ulat Grayak

Sumber: google.co.id

2. Langkah kerja:
    a) Segenggam pucuk daun gamal ditumbuk halus.
    b) Campurkan dengan air, kemudian direbus.
    c) Dinginkan dan tambahkan tembakau, kemudian aduk hingga air berubah menjadi agak kehitaman/kemerahan.
    d) Setiap 250 cc larutan tersebut dicampur dengan 10 liter air.
    e) Gunakan untuk mengendalikan hama yang menyerang tanaman.

C. Mengendalikan hama trips

1. Bahan:
    a) Daun sirsak secukupnya.
    b) Detergen secukupnya.
2. Langkah kerja:
    a) Tumbuk 100 lembar daun sirsak.
    b) Rendam ke dalam 5 liter air, kemudian tambahkan 1 sendok teh detergen.
    c) Diamkan selama semalam, kemudian saring larutan di keesokan harinya.
    d) Tambahkan air lagi untuk mengencerkan dengan perbandingan larutan dan air sebesar 1 : 10.
    e) Gunakan untuk mengendalikan hama yang menyerang tanaman.

Kilasan Materi

- Bahan kimia dalam rumah tangga dapat ditemukan dalam pembersih, pemutih, pewangi, dan pembasmi hama.
- Sabun dan detergen merupakan surfaktor atau zat penurun tegangan permukaan sehingga kotoran berupa minyak atau lemak yang tadinya tak dapat bercampur dengan air menjadi mudah bercampur dengan air.
- Pemutih berfungsi untuk menghilangkan noda yang tidak hilang dengan menggunakan detergen.
- Contoh bahan pemutih adalah *natrium hypoklorit* (NaOCl), kaporit (*kalsium hipoklorit*) atau $Ca(ClO)_2$, *natrium perboat* ($NaBO_3$), dan *hidrogen peroksida* (H_2O_2).
- Untuk pembuatan parfum dan deodoran diperlukan bahan campuran lain, seperti alkohol sebagai propelan dan pelarut.
- Pestisida adalah sebutan untuk semua jenis obat (bahan kimia) pembasmi hama yang ditujukan terhadap serangga, jamur, bakteri, dan hama lainnya.
- Insektisida adalah obat (bahan) kimia yang digunakan untuk memberantas hama tanaman berupa serangga.
- Fungisida adalah obat kimia yang digunakan untuk memberantas hama tanaman berupa jamur atau cendawan.
- Bakterisida adalah obat kimia yang digunakan untuk memberantas hama tanaman berupa bakteri dan virus.
- Herbisida adalah jenis pestisida yang digunakan untuk membasmi tanaman pengganggu (gulma) seperti alang-alang, rumput, eceng gondok, dan lain-lain.

Refleksi

Setelah kamu mempelajari bahan kimia rumah tangga, coba kamu sebutkan kembali bahan-bahan kimia yang termasuk pembersih, pemutih, pewangi, dan pembasmi hama! Manfaat apa yang kamu peroleh setelah mempelajari bab ini?

Uji Kemampuan

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Bagian ion yang suka akan air disebut ....
   a. surfaktor
   b. hidrofilik
   c. hirofob
   d. stearat

2. Aluminium klorid heksahidrat termasuk bahan kimia jenis ....
   a. pembersih
   b. pemutih
   c. pewangi
   d. pembasmi hama

3. Siput atau bekicot dapat diberantas dengan pestisida jenis ....
   a. helisida
   b. herbisida
   c. rodentisida
   d. insektisida

4. Gulma air bisa merusak keindahan laut dan mengancam keselamatan hewan air. Gulma air dapat tumbuh subur karena pengaruh ....
   a. asam oksalat
   b. fosfat
   c. gliserin
   d. aluminium klorid heksahidrat

5. Bahan kimia yang sejenis dengan natrium hipoklorit, kalsium hipoklorit, dan natrium perboat adalah ....
   a. asam klorida
   b. hidrogen peroksida
   c. kalium kromat
   d. aluminium klorid heksahidrat

6. Pentaklorofenol merupakan contoh pestisida jenis ....
   a. nematisida c. herbisida
   b. insektisida d. fungisida

7. Tetramycin yang digunakan untuk membunuh virus CVPD yang menyerang tanaman jeruk merupakan salah satu contoh pestisida jenis ....
   a. bakterisida
   b. fungisida
   c. insektisida
   d. herbisida

8. Yang biasa digunakan sebagai propelan pada produk farfum adalah ....
   a. asam sianida
   b. alkohol
   c. gliserin
   d. antasid

9. Gejala menumpuknya pestisida pada hewan yang paling tinggi tingkatannya dalam jaring-jaring makanan disebut ....
   a. surfaktor
   b. desinfektan
   c. bioakumulasi
   d. biogenerable

10. Rayap yang menggerogoti kayu pada bangunan dapat dibasmi dengan menggunakan pestisida jenis ....
    a. nematisida
    b. helisida
    c. insektisida
    d. herbisida

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!

1. Sebutkan dampak negatif yang muncul pada manusia akibat penggunaan pemutih dengan konsentrasi tinggi, serta bagaimanakah upaya untuk menanggulanginya!
2. Selain alkohol, ada propelan jenis lain yang berbahaya bagi lingkungan karena dapat merusak lapisan ozon. Jelaskan bagaimana cara kerja propelan ini!
3. Jelaskan proses kerja sabun dan detergen ketika membersihkan kotoran!
4. Bagaimanakah cara kerja tawas yang terkandung dalam deodoran yang berfungsi sebagai pembunuh kuman penyebab bau badan?
5. Sebutkan dampak negatif yang timbul akibat penggunaan pestisida pada pertanian, serta bagaimanakah cara menanggulanginya!

Ruang Berpikir

1. Dalam kehidupan sehari-hari, kamu sering menggunakan barang-barang yang mengandung bahan-bahan kimia untuk berbagai keperluan. Sebenarnya, penggunaan bahan-bahan kimia tersebut dapat membahayakanmu jika digunakan secara sembarangan. Bagaimana cara menggunakan barang-barang tersebut agar kamu tetap aman dan tidak terkena dampak negatif dari bahan-bahan kimia yang terkandung di dalamnya? Jelaskan!
2. Mengapa penggunaan sabun dan detergen sebagai bahan pembersih dapat menyebabkan pencemaran lingkungan? Jelaskan dan berikan contohnya!
3. Sebutkan kriteria bahan-bahan kimia yang aman untuk digunakan sebagai pembersih, pemutih, penawar, dan pembasmi hama! Diskusikanlah bersama teman sekelompokmu!

Bab 10

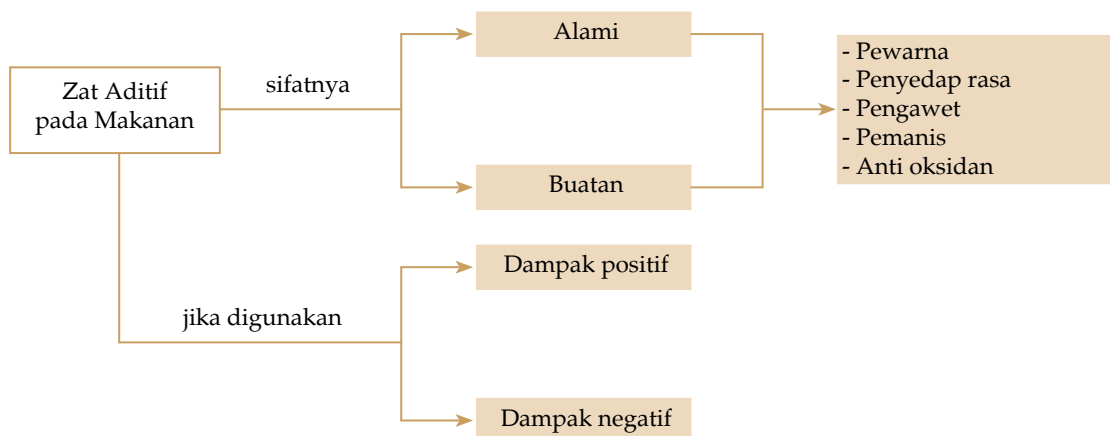
Zat Aditif pada Makanan

Gambar 10.1
Makanan dan minuman

Manusia sebagai makhluk hidup memerlukan makan dan minum untuk melangsungkan kehidupannya. Zat-zat makanan yang dikonsumsi oleh tubuh hendaknya memiliki kandungan gizi yang cukup agar tubuh dapat berkembang dengan baik.

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, manusia mampu menciptakan berbagai makanan yang aromanya menarik, rasanya lezat, dan bergizi. Mengapa makanan tersebut bisa menjadi menarik, rasanya lezat, dan bergizi? Zat-zat apa saja yang ditambahkan pada makanan tersebut? Bagaimanakah dampaknya jika kamu mengkonsumsi makanan tersebut? Coba kamu temukan jawabannya dalam bab ini.

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kamu dapat mendeskripsikan berbagai jenis zat aditif alami dan buatan yang terdapat pada makanan, dan mendeskripsikan dampak penggunaan zat aditif pada makanan.

Peta Konsep

A. Penggunaan Zat Aditif pada Makanan

Di dunia terdapat berbagai jenis makanan yang disajikan secara higienis, menarik, tahan lama, dan aroma yang menggoda. Makanan-makanan tersebut biasanya diberikan bahan tambahan untuk tujuan tertentu, misalnya memberikan rasa sedap, mengawetkan, warna, pemanis, dan memberikan aroma. Zat-zat tambahan yang digunakan pada makanan dengan tujuan tertentu dinamakan zat aditif.

Info

Zat aditif adalah zat tambahan yang sengaja dimasukkan ke dalam makanan dengan tujuan tertentu.

Penggunaan zat aditif dapat ditemukan juga pada makanan yang tahan lama, seperti daging dan buah yang dijual dalam kemasan kaleng. Dalam kondisi normal, makanan tersebut tidak dapat bertahan lama dan cepat membusuk. Namun, setelah daging dan buah tersebut mengalami beberapa proses produksi dengan ditambahkan bahan pengawet serta dikemas dalam bentuk kaleng, makanan tersebut dapat bertahan lebih lama dari biasanya.

Sumber: google.co.id

Gambar 10.2 Bahan makanan yang mengandung zat aditif

Selain digunakan pada makanan, zat aditif juga sering ditambahkan pada minuman. Minuman yang sering kita nikmati sebagai pelepas dahaga, tidak jarang mengandung zat aditif. Misalnya, sirup mengandung bahan pewarna dan pemanis buatan. Dengan penambahan zat aditif pada proses pembuatan sirup, menyebabkan sirup tersebut terasa manis dan memiliki aroma yang menggoda.

Berdasarkan bahannya, kita dapat membedakan zat aditif menjadi dua jenis, yaitu:

1. Zat Aditif Alami

Zat aditif alami merupakan zat aditif yang bisa diperoleh dari alam, seperti daun salam, daun pandan, kunyit, jahe, gula aren, dan asam.

Sumber: google.co.id

Gambar 10.3 Zat aditif alami

2. Zat Aditif Sintetis (Buatan)

Zat aditif sintetis merupakan zat yang dibuat dengan serangkaian proses kimia. Zat yang diperoleh dari proses kimia ini jika dikonsumsi secara berlebihan dapat menimbulkan efek yang negatif terhadap kesehatan tubuh. Beberapa bahan makanan yang termasuk ke dalam zat aditif sintetis di antaranya formalin, *Monosodium Glutamat* (MSG), formalin, dan sakarin.

Biasanya, zat aditif sintetis lebih berbahaya bagi kesehatan jika dibandingkan dengan zat aditif alami. Karena pada proses pembuatan zat aditif sintetis memerlukan serangkaian proses kimia yang terkadang mengalami proses kimia yang tidak sempurna sehingga dapat memberikan dampak negatif terhadap tubuh konsumen.

Beberapa fungsi dari zat aditif yang ditambahkan pada makanan di antaranya:

a) Meningkatkan kandungan gizi pada makanan.
b) Menjaga kualitas dan tekstur makanan sehingga tetap terlihat segar.
c) Menjaga agar makanan dapat tahan lama.
d) Memberikan warna pada bahan makanan sehingga terlihat menarik.
e) Memberikan rasa sedap pada makanan.
f) Memberikan aroma yang khas pada makanan.

B. Dampak Penggunaan Zat Aditif pada Makanan

Zat aditif yang ada pada makanan tidak selalu secara sengaja ditambahkan untuk tujuan tertentu. Namun, ada juga zat aditif yang diperoleh secara tidak sengaja muncul pada makanan. Zat aditif tersebut biasanya muncul pada proses pengolahan makanan. Secara keseluruhan, penggunaan zat-

zat aditif untuk campuran makanan dapat berdampak positif dan negatif. Berikut ini adalah uraiannya. Ayo cermati.

1. Dampak Positif Penggunaan Zat Aditif

Berbagai macam penyakit dapat muncul dari kebiasaan manusia mengkonsumsi makan yang kurang memperhatikan keseimbangan gizi. Misalnya, penyakit gondok yang berupa pembengkakan kelenjar pada leher. Penyakit gondok disebabkan karena tubuh kurang mendapatkan zat iodin. Penyakit gondok dapat dicegah dengan mengkonsumsi bahan makanan yang mengandung zat iodin. Zat iodin dapat kita peroleh dari garam dapur yang biasa digunakan untuk memberikan rasa asin pada makanan. Selain penyakit gondok, kekurangan iodin dapat pula menyebabkan penyakit kretinisme (kekerdilan).

Orang yang memiliki penyakit *diabetes melitus* (kencing manis) perlu menjaga kestabilan kadar gula dalam darahnya. Penyakit ini dapat disebabkan karena pola hidup yang tidak sehat. Untuk menjaga kestabilan kadar gula dalam darah, bagi penderita diabetes melitus disarankan untuk mengkonsumsi sakarin (pemanis buatan) sebagai pengganti gula.

Kekurangan konsumsi makanan yang mengandung vitamin dapat menimbulkan berbagai penyakit pada manusia, misalnya penyakit *Xerophtalmia*. Penyakit *Xerophtalmia* merupakan penyakit yang menyerang mata, yaitu terjadinya kerusakan pada kornea mata. Penyakit ini jika tidak diatasi, maka dapat menimbulkan kebutaan. Untuk menghindari penyakit *Xerophtalmia*, perlu mengkonsumsi makanan yang banyak mengandung vitamin A.

2. Dampak Negatif Penggunaan Zat Aditif

Kemajuan teknologi di bidang pangan dapat memacu manusia untuk menciptakan bahan makanan dengan kualitas yang makin baik. Kualitas makanan yang baik tidak dapat dilihat dari bentuk tampilan luarnya saja, akan tetapi yang paling penting adalah kandungan gizi dalam makanan tersebut.

Saat ini telah banyak ditemukan makanan yang unggul karena telah melalui berbagai proses produksi sehingga memiliki ketahanan yang lebih lama jika dibandingkan dengan kondisi normalnya. Misalnya, ikan sarden dalam kemasan kaleng dapat bertahan berbulan-bulan, bahkan hingga satu tahun lamanya tanpa mengalami pembusukan. Ikan

sarden tersebut dapat bertahan lama setelah ditambahkan zat pengawet pada proses produksi makanan tersebut. Namun, bahan makanan yang menggunakan zat pengawet tidak dapat dikonsumsi setelah melewati masa kadaluarsa.

Beberapa bahan makanan yang berdampak negatif terhadap orang yang mengkonsumsinya adalah sebagai berikut:

a) Boraks dan formalin yang digunakan sebagai pengawet makanan jika dikonsumsi secara terus-menerus dapat mengganggu fungsi organ pencernaan.
b) CFC dan *tetrazine* yang digunakan sebagai zat pewarna dapat merusak organ hati dan ginjal.
c) Siklamat dan sakarin yang digunakan sebagai zat pemanis dapat menyebabkan penyakit kanker.
d) Penggunaan *Monosodium Glutamat* (MSG) sebagai bahan penyedap dapat menimbulkan kerusakan pada jaringan saraf.

Pikirkanlah !

Bandingkan dampak positif dan dampak negatif dari penggunaan zat aditif! Manakah yang lebih banyak? Jelaskan kesimpulanmu!

Menguji Diri

1. Apakah pengertian dari zat aditif?
2. Mengapa dalam pengolahan makanan sering digunakan zat aditif? Jelaskan!
3. Jelaskan dampak positif dan negatif dari penggunaan zat aditif!
4. Jelaskan beberapa zat aditif yang merugikan kesehatan!

C. Jenis-Jenis Zat Aditif

Beberapa jenis zat aditif yang sering kita temukan dalam produk-produk makanan, yaitu:

1. Pewarna

Pewarna merupakan zat yang dapat memberi warna pada makanan dan memberikan tampilan yang menarik dalam penyajiannya. Kecenderungan manusia menyukai makanan dengan tampilan yang menarik menyebabkan banyak orang menggunakan zat aditif sebagai pewarna makanan. Namun, terkadang ada orang yang menggunakan pewarna yang berbahaya sebagai campuran makanan. Ada dua jenis pewarna yang digunakan sebagai campuran makanan, yaitu pewarna alami dan pewarna sintetik.

a. Pewarna Alami

Pewarna alami dapat diperoleh dari ekstrak tumbuh-tumbuhan. Pewarna alami cenderung lebih aman untuk dikonsumsi karena tidak melalui proses kimiawi. Beberapa jenis pewarna alami yang sering digunakan sebagai campuran makanan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 10.1 Jenis-Jenis Pewarna Alami

Nama Pewarna Alami	Jenis Bahan Makanan
Beta-karoten (kuning)	Keju dan kacang kapri (kalengan)
Klorofil (hijau)	Jeli
Karamel (cokelat hitam)	Jem dan jamur (kalengan)
Anato (oranye)	Es krim dan margarine

Sumber: google.co.id

Gambar 10.4 Makanan yang mengandung zat pewarna

b. Pewarna Sintetik

Pewarna sintetik dapat diperoleh dari hasil pengolahan dalam industri pewarna makanan. Pewarna ini berupa bahan-bahan kimia yang merupakan hasil sintesis di laboratorium. Banyak orang yang memiliki kecenderungan memilih pewarna sintetik karena penggunaannya lebih praktis dengan warna yang beragam.

Penggunaan bahan pewarna sintetik sebagai pewarna makanan dapat membahayakan bagi kesehatan. Saat ini banyak ditemukan makanan yang menggunakan pewarna buatan yang biasanya digunakan dalam industri tekstil. Jika kita sering mengkonsumsi makanan yang dicampur dengan pewarna tersebut, zat yang bersifat racun akan terakumulasi dalam jaringan tubuh yang pada akhirnya dapat mengakibatkan penyakit kanker.

Beberapa jenis pewarna sintetik yang sering digunakan sebagai campuran makanan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 10.2 Jenis-Jenis Pewarna Sintetik

Nama Pewarna Sintetik	**Jenis Bahan Makanan**
Eritrosin (merah)	Es krim dan jelly
Kuning FCF (kuning)	Es krim
Hijau FCF (hijau)	Jem dan jamur (kalengan)
Coklat HT (cokelat)	Minuman ringan
Biru Berlian (biru)	Es krim dan kapri (kalengan)

2. Penyedap Rasa dan Aroma serta Penguat Rasa

Pemberian penyedap rasa dan aroma serta penguat rasa pada makanan dapat memberikan aroma dan mempertegas rasa pada makanan. Penyedap rasa ada yang bersifat alamiah dan sintetik. Penyedap rasa alami diperoleh dari berbagai tanaman rempah-rempah, seperti kayu manis, serai, ketumbar, jahe, merica, lada, pala, dan daun salam.

Penyedap rasa sintetik yang sering digunakan adalah *Monosodium Glutamat* (MSG) yang biasanya lebih dikenal dengan nama vetsin. Penggunaan MSG masih aman untuk dikonsumsi. Tapi, jika kita mengkonsumsinya secara berlebihan, maka dapat menimbulkan penyakit *Chinese Restaurant Syndrome* yang dapat menyebabkan tubuh mudah lelah, pusing kepala, atau sesak napas.

Beberapa penyedap rasa lainnya yang sering digunakan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 10.3 Jenis-Jenis Penyedap Rasa Sintetik

Nama Penyedap Sintetik	Jenis Bahan Makanan
Isoamil valerat	Rasa apel
Isoamil asetat	Rasa pisang
Isobutil propionat	Rasa rum
Butil butirat	Rasa nanas

3. Pengawet

Pengawet merupakan bahan yang sering digunakan untuk mengawetkan makanan supaya dapat bertahan dalam jangka waktu yang lama. Pengawet dapat menghambat mikroorganisme untuk menguraikan makanan sehingga tidak mudah membusuk dalam jangka waktu tertentu.

Pengawet makanan ada dua jenis, yaitu pengawet alami dan pengawet sintetik. Pengawet alami dapat berupa gula dan garam. Sedangkan, beberapa jenis zat pengawet sintetik pada makanan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 10.4 Jenis-Jenis Pengawet Sintetik

Nama Pengawet Sintetik	Jenis Bahan Makanan
Natrium nitrat	Daging olahan
Natrium nitrit	Daging awetan dan kornet kalengan
Asam benzoat	Minuman ringan dan kecap
Asam propionate	Roti
Kalium benzoat	Kecap dan saos

Aktivitas Siswa

Carilah berita dari koran, majalah, atau sumber lainnya yang mengungkap tentang penyalahgunaan bahan kimia yang berbahaya bagi tubuh untuk dijadikan sebagai bahan pengawet makanan! Kemudian, diskusikanlah bersama teman sekelompokmu!

4. Pemanis

Pemanis adalah zat yang ditambahkan kepada makanan atau minuman sehingga menimbulkan rasa manis. Bahan pemanis ini terdiri dari dua jenis, yaitu pemanis alami dan pemanis buatan. Pemanis alami disebut sukrosa yang dapat diperoleh dari olahan gula tebu, gula aren, dan gula merah. Sedangkan, pemanis sintetik berupa zat kimia yang dapat ditambahkan kepada makanan untuk menimbulkan rasa manis pada makanan.

Beberapa jenis pemanis sintetik yang terdapat pada makanan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 10.5 Jenis-Jenis Pemanis Sintetik

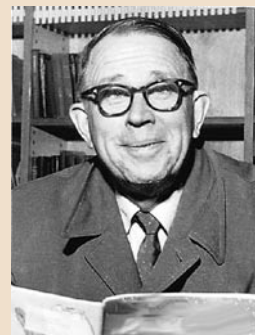
Nama Pemanis Sintetik	Jenis Bahan Makanan
Sakarin	Permen dan es krim
Siklamat	Permen dan minuman ringan
Sorbitol	Kismis dan jeli

5. Anti Oksidan

Anti oksidan merupakan suatu zat aditif pada makanan berupa senyawa yang mudah teroksidasi. Banyak produk makanan dalam kemasan kaleng yang menggunakan anti oksidan. Beberapa jenis zat anti oksidan yang digunakan dalam pengolahan makanan, di antaranya asam askorbat dan *butilhidroksianisol* (BHA). Asam askorbat digunakan pada pengolahan daging dan buah kalengan. Sedangkan, *butilhidroksianisol* (BHA) digunakan untuk kemasan makanan.

Menguji Diri

1. Jelaskan dan berikan beberapa contoh zat aditif makanan yang berfungsi sebagai:
   a. pewarna
   b. penyedap rasa

Sahabatku, Ilmuwan

Artturi Ilmari Virtanen (1895-1973) ialah seorang kimiawan Finlandia dan pemenang Hadiah Nobel dalam Kimia 1945. Virtanen lahir di Helsinki, Finlandia. Ia menyelesaikan pendidikan sekolahnya di Classical Lyceum, Viipuri, Finlandia. Kemudian, Virtanen belajar kimia, biologi, dan fisika di Universitas Helsinki dan pelajaran lain di Swiss dan Swedia. Penelitiannya meliputi makanan ternak yang disintesis sebagian, bakteri pengikat nitrogen di nodul

akar tumbuhan polong, dan mengembangkan metode pengawetan mentega.

Pada 1945, Virtanen menjadi pemenang Hadiah Nobel dalam bidang kimia untuk penelitian dan penemuannya dalam kimia pertanian dan gizi, khususnya untuk metode pengawetan makanan ternaknya (AIV Fodder). Metode yang dipatenkan pada 1932 itu pada dasarnya adalah sejenis makanan ternak yang disimpan rapat yang meningkatkan mutu penyimpanan makanan ternak hijau yang penting selama musim dingin yang panjang. Proses itu termasuk penambahan asam hidroklorat dan sulfat yang ditambahi air ke butir padi yang baru disimpan. Peningkatan keasaman menghambat fermentasi yang berbahaya dan tak memiliki efek samping atas nilai gizi makanan itu atau pada hewan yang diberi makan.

c. pengawet
d. pemanis
e. anti oksidan

2. Penyakit apa yang dapat diakibatkan dari kelebihan mengkonsumsi makanan yang mengandung *monosodium glutamat* (MSG)?
3. Sebutkan keuntungan dan kerugian dari penggunaan zat pemanis buatan!

D. Upaya Mengurangi Dampak Negatif Penggunaan Zat Aditif

Penggunaaan zat aditif pada makanan seringkali menimbulkan berbagai dampak negatif. Dampak yang paling sering muncul adalah dari penggunaan bahan aditif sintetik karena menggunakan bahan kimia hasil olahan industri. Dari berbagai dampak negatif yang ditimbulkan dari penggunaan bahan aditif, kita perlu berhati-hati dalam mengkonsumsi makanan yang mengandung zat aditif.

Beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak negatif dari penggunaan zat aditif makanan adalah sebagai berikut:

a) Mengkonsumsi makanan yang mengandung zat aditif tidak berlebihan.
b) Teliti memilih makanan yang mengandung zat aditif dengan memeriksa kemasan, karat atau cacat lainnya.
c) Memilih sendiri zat aditif yang akan digunakan sebagai bahan makanan.
d) Menggunakan zat aditif yang berasal dari alam.
e) Memeriksa tanggal produksi dan masa kadaluarsa yang terdapat pada kemasan makanan yang akan dikonsumsi.
f) Memeriksa bahan-bahan kimia yang terkandung dalam makanan dengan cara membaca komposisi bahan pada kemasan.
g) Memeriksa apakah makanan yang akan dikonsumsi telah terdaftar di Departemen Kesehatan atau belum.

Menguji Diri

Sebutkan beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak negatif penggunaan zat aditif pada makanan!

Kilasan Materi

- Zat aditif adalah zat-zat tambahan yang digunakan pada makanan dengan tujuan tertentu.
- Tujuan penambahan zat aditif pada makanan adalah memberikan rasa sedap, mengawetkan, memberi warna, pemanis, dan memberikan aroma.
- Contoh bahan pewarna alami adalah beta-karoten (kuning), klorofil (hijau), karamel (cokelat hitam), dan anato (oranye).
- Contoh bahan pewarna alami adalah eritrosin (merah), kuning FCF (kuning), hijau FCF (hijau), cokelat HT (cokelat), dan biru berlian (biru).
- Pengawet merupakan bahan yang sering digunakan untuk mengawetkan makanan sehingga makanan dapat bertahan dalam jangka waktu yang lama.
- Pemanis adalah zat yang ditambahkan kepada makanan atau minuman sehingga menimbulkan rasa manis.
- Anti oksidan merupakan suatu zat aditif pada makanan berupa senyawa yang mudah teroksidasi.
- Untuk menghindari bahaya dari penggunaan zat aditif, sebaiknya kita menggunakan zat aditif yang alami dan mengurangi penggunaan zat aditif sintesis.

Refleksi

Maraknya penyalahgunaan zat aditif pada makanan merupakan suatu alasan agar kita lebih selektif dalam memilih makanan yang akan dikonsumsi. Zat aditif dalam makanan yang berbahaya bagi tubuh dapat merugikan kesehatan. Oleh karena itu, kamu harus mengetahui jenis-jenis zat aditif yang berbahaya bagi tubuh. Selain itu, kamu juga harus mengetahui zat-zat apa saja yang terkandung dalam makanan yang akan kamu makan.

Setelah kamu mempelajari zat aditif pada makanan, manfaat apa yang kamu peroleh?

Uji Kemampuan

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Zat aditif makanan yang berasal dari bahan kimia dapat berdampak negatif karena ....
   a. diperoleh dari ekstraksi tumbuh-tumbuhan
   b. bahan kimia pada zat aditif sulit diuraikan oleh tubuh
   c. menambah nafsu makan
   d. membuat tubuh terasa segar

2. Salah satu zat aditif makanan yang digunakan sebagai pengganti gula untuk penderita diabetes adalah ....
   a. vetsin c. sakarin
   b. formalin d. tetrazine

3. Zat aditif makanan yang dapat merusak organ hati dan ginjal adalah ....
   a. CFC c. siklamat
   b. boraks d. MSG

4. Penyakit gondok dapat disebabkan karena tubuh mengalami kekurangan ....
   a. vitamin A
   b. iodin
   c. asam benzoat
   d. klorofil

5. Berikut ini yang termasuk zat aditif yang berfungsi sebagai pengawet, *kecuali* ....
   a. gula
   b. asam propionate
   c. garam
   d. *monosodium glutamat*

6. Penggunaan *monosodium glutamat* (MSG) secara berlebihan dapat menyebabkan penyakit ....
   a. *chinese restaurant syndrome*
   b. *xerophtalmia*
   c. gondok
   d. diabetes

7. Betakaroten, klorofil, dan eritrosin merupakan contoh zat aditif yang digunakan sebagai ....
   a. pemanis c. penyedap
   b. pengawet d. pewarna

8. Zat aditif pemanis yang sering digunakan sebagai campuran minuman ringan adalah ....
   a. siklamat c. tetrazine
   b. formalin d. boraks

9. Berikut ini adalah gejala yang ditimbulkan bila orang mengalami penyakit *chinese restaurant syndrome*, *kecuali* ....
   a. tubuh cepat merasa lelah
   b. sesak nafas
   c. kepala pusing
   d. nafsu makan bertambah

10. Berikut ini merupakan upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak negatif dari penggunaan zat aditif makanan, *kecuali* ....
    a. menggunakan zat aditif yang berasal dari alam
    b. memeriksa komposisi makanan yang terdapat pada kemasan makanan kaleng
    c. mengurangi penggunaan zat aditif yang merugikan kesehatan
    d. menggunakan boraks sebagai pengawet makanan

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!

1. Jelaskan pengertian zat aditif pada makanan! Sebutkan beberapa contoh zat aditif beserta kegunaannya!
2. Sebutkan bahan-bahan yang termasuk zat aditif alami dan zat aditif sintetik!
3. Mengapa zat adiktif alami cenderung lebih aman jika dibandingkan dengan zat aditif sintetik? Jelaskan!
4. Sebutkan dan jelaskan beberapa penyakit yang merupakan akibat dari penggunaan zat aditif!
5. Bagaimana cara mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan dari penggunaan zat aditif pada makanan?

Ruang Berpikir

1. Zat aditif ada yang alami dan ada yang sintesis. Coba kamu sebutkan perbedaan dari zat aditif alami dan zat aditif sintesis! Bagaimana perbedaan efek samping yang ditimbulkannya? Jelaskan!
2. Setiap hari kamu pasti menikmati bahan makanan yang mengandung zat aditif, seperti permen, es krim, dan sebagainya. Sekarang, coba kamu sebutkan zat aditif apa saja yang terdapat dalam makanan yang kamu nikmati sehari-hari!
3. Penyalahgunaan zat kimia yang berbahaya bagi tubuh yang digunakan sebagai zat aditif merugikan konsumen. Mengapa hal ini dapat terjadi? Upaya apa saja yang dapat kamu lakukan untuk mengatasi masalah ini? Diskusikan bersama teman sekelompokmu!

Bab

11 Zat Adiktif dan Psikotropika

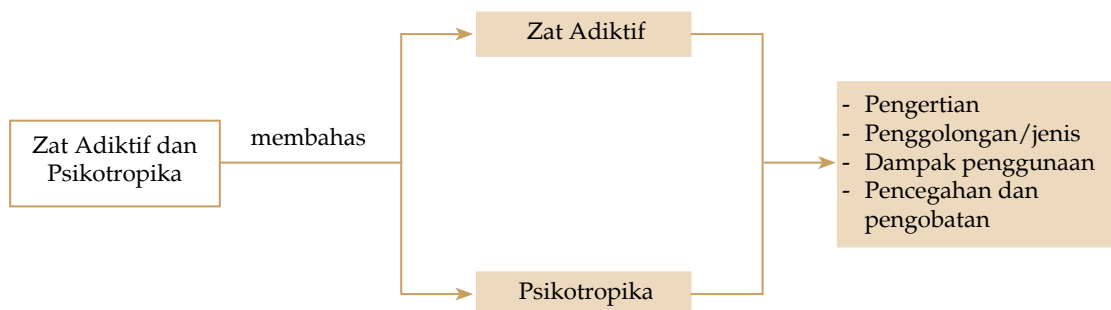
Sumber: image.google.com

Gambar 11.1
Berbagai jenis zat adiktif dan psikotropika

Di era modern ini banyak sekali kasus penyalahgunaan zat adiktif dan psikotropika. Para pelaku ditangkap dan dipenjarakan oleh pihak kepolisian. Hal tersebut bukanlah sesuatu yang harus ditiru, tetapi harus dijauhi.

Apa yang dimaksud dengan zat adiktif dan psikotropika? Apa saja jenis zat adiktif dan psikotropika itu? Bagaimanakah dampaknya jika kita menyalahgunakan zat adiktif dan psikotropika? Ayo temukan jawabannya dalam bab ini.

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kamu dapat mendeskripsikan berbagai jenis zat adiktif dan psikotropika, sifatnya, dan dampak penggunaannya, serta menjelaskan cara menghindarkan diri dari pengaruh zat adiktif dan psikotropika.

Peta Konsep

Saat ini telah banyak media yang menyajikan berita kriminalitas. Banyak faktor yang menyebabkan orang melakukan tindakan kriminalitas. Namun, yang paling menonjol adalah karena alasan ekonomi. Banyak orang yang stres karena tidak memiliki pekerjaan, akhirnya menjadi pengedar obat-obatan terlarang. Mungkin kamu pernah mendengar berita tertangkapnya bandar besar, penyalur, ataupun para pemakai obat-obatan terlarang.

Banyak sekali ditemukan kasus penyalahgunaan obat-obatan terlarang sehingga membuat masyarakat menjadi resah dan khawatir ada anggota keluarganya yang terlibat dalam kasus peredaran dan penyalahgunaan narkotika. Kini, sudah marak beredarnya zat-zat adiktif dan psikotropika, tidak hanya di kalangan remaja saja, tetapi sudah mulai beredar di kalangan anak-anak dan dewasa. Oleh karena itu, kamu harus berhati-hati agar tidak menjadi korbannya. Agar kamu tidak menjadi korbannya, sebaiknya kamu pahami terlebih dahulu zat adiktif dan psikotropika. Ayo cermati setiap uraiannya.

A. Zat Adiktif

Berikut ini adalah uraian tentang zat adiktif. Pelajarilah dengan saksama agar kamu dapat memahaminya.

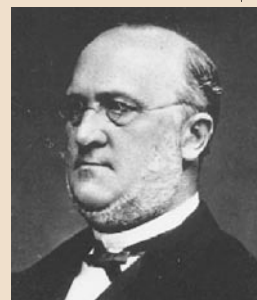
1. Pengertian Zat Adiktif dan Jenis-Jenis Zat Adiktif

Zat adiktif adalah zat yang dapat menyebabkan efek ketagihan bagi pemakainya sehingga dapat mempengaruhi pengguna untuk terus mengkonsumsinya. Efek yang paling berpengaruh bagi pengguna adalah efek secara psikologis yang dapat menyebabkan ketergantungan terhadap zat tersebut, selanjutnya akan berpengaruh terhadap kondisi fisiknya.

Banyak terdapat zat-zat yang bersifat adiktif. Namun, tidak semua jenis zat adiktif dikenal oleh masyarakat umum. Dari berbagai zat yang bersifat adiktif, masyarakat lebih mengenal zat adiktif pada rokok dan minuman keras karena terlihat bahwa konsumen rokok dan minuman keras mengalami efek ketagihan.

2. Rokok dan Minuman Keras Beserta Dampaknya

Rokok merupakan jenis benda yang memiliki sifat adiktif. Rokok berasal dari pohon tembakau yang dikeringkan, lalu dibungkus dengan kertas. Rokok dapat dinikmati oleh konsumen dengan membakar ujung rokok, lalu dihisap.

Sahabatku, Ilmuwan

Adolph Wilhelm Hermann Kolbe (1818-1884) adalah seorang kimiawan Jerman. Kolbe dilahirkan di Elliehausen dekat Hanover, Jerman. Pada 1869, ia mulai bekerja di Universitas Leipzig.

Pada masa itu, para ahli kimia percaya bahwa senyawa organik dan senyawa anorganik terpisah satu sama lainnya, dan senyawa organik hanya bisa diperoleh dari makhluk hidup. Namun, Kolbe percaya bahwa senyawa organik dapat disintesis dari senyawa anorganik secara langsung atau tidak langsung melalui reaksi substitusi. Ia membuktikan teorinya dengan mensintesis asam asetat dari karbon disulfida melalui beberapa tahap (1843-1845). Ia

juga mengubah penjelasan tentang radikal bebas, berjasa dalam pencetusan teori struktur, dan memprediksikan keberadaan alkohol sekunder dan tersier.

Rokok mengandung berbagai macam racun yang dapat merusak kesehatan penggunanya.

Orang yang merokok tidak hanya merugikan dirinya sendiri, tetapi juga dapat mengganggu orang lain di sekitarnya. Telah banyak orang mengetahui bahwa merokok sangat berbahaya bagi kesehatan. Namun, pada kenyataannya sampai saat ini masih banyak orang yang tidak bisa menghentikan kebiasaan merokok.

Ketika rokok dibakar, akan timbul berbagai jenis racun yang dikandungnya. Dalam rokok terdapat tidak kurang dari 1000 macam racun. Dari berbagai racun yang terkandung dalam rokok, kita lebih mengenal nikotin. Nikotin memiliki sifat adiktif yang cukup kuat. Selain nikotin, masih banyak zat-zat berbahaya pada rokok. Berikut ini adalah beberapa zat racun yang terdapat pada rokok.

a. Nikotin

Nikotin merupakan racun yang terdapat pada tembakau dan dapat menimbulkan efek ketagihan, serta dapat menaikkan tekanan darah. Nikotin bersifat toksik karena pada dosis 60 mg untuk orang dewasa dapat menimbulkan paralisis atau kegagalan pernapasan yang akhirnya dapat menimbulkan kematian. Selain itu, nikotin dapat meningkatkan detak jantung yang berakibat otot-otot jantung bekerja lebih keras dari biasanya, akhirnya otot-otot jantung akan mengalami kerusakan.

Info

Zat adiktif adalah zat yang dapat menyebabkan efek ketagihan bagi pemakainya.

b. Karbon Monoksida

Rokok yang dibakar akan mengeluarkan gas karbon monoksida. Orang yang menghisap asap rokok yang mengandung karbon monoksida, akan timbul efek dalam tubuhnya berupa terhambatnya pengikatan oksigen oleh tubuh dan pengiriman oksigen ke dalam sel-sel tubuh yang akhirnya dapat membuat napas menjadi sesak.

c. Tar

Tar merupakan zat kimia yang muncul ketika tembakau dibakar. Tar yang masuk ke dalam tubuh manusia dapat menimbulkan kanker paru-paru.

d. Asam Sianida

Asam sianida merupakan zat racun yang dapat merusak alat-alat pencernaan.

Pikirkanlah!

Apa kerugian dan manfaat yang didapatkan oleh orang yang merokok? Coba kamu tanyakan kepada orang yang merokok, kemudian jelaskan kembali!

Selain pada rokok, zat adiktif juga terdapat pada minuman keras. Minuman keras mengandung alkohol yang dapat menimbulkan efek ketagihan. Alkohol memberikan efek memabukkan bagi orang yang meminumnya. Alkohol merupakan hasil fermentasi berbagai bahan makanan, seperti gandum, singkong, dan beras ketan. Alkohol telah digunakan sebagai bahan campuran minuman keras dengan kadar tertentu dan telah dipasarkan dengan berbagai merek dagang, di antaranya:

a) Bir memiliki kandungan alkohol 3-7%.
b) Anggur memiliki kandungan alkohol 12 - 14%.
c) Wiski dan brandi memiliki kandungan alkohol 35%.

Sumber: Image bank

Gambar 11.2
Beberapa jenis minuman keras

Orang yang meminum alkohol memiliki ciri-ciri riang, gembira, banyak tertawa, muka memerah, jalan sempoyongan, bicara ngelantur, dan tingkah laku tidak karuan.

Bahaya yang ditimbulkan bagi orang yang meminum minuman yang beralkohol, di antaranya:

a) Sistem syarafnya terganggu sehingga menurunkan tingkat kesadaran.
b) Konsumsi secara berlebihan dapat menghentikan kerja otak.
c) Sistem kerja darah mengalami gangguan sehingga menyebabkan muka merah.
d) Timbulnya penyakit hipotermia.
e) Rusaknya ginjal sehingga tidak dapat menyerap cairan.
f) Rusaknya organ-organ pencernaan makanan.

3. Pencegahan dan Pengobatan Ketergantungan Zat Adiktif

Dalam upaya pencegahan dan pengobatan ketergantungan zat adiktif pada rokok, maka dilakukan hal-hal sebagai berikut:

a) Tidak mencoba untuk merokok.
b) Memahami bahaya merokok dengan sering mengikuti seminar atau penyuluhan anti rokok.
c) Mengurangi pergaulan dengan orang yang merokok.
d) Bagi orang yang merokok, sebaiknya sering memeriksakan kesehatannya ke dokter.
e) Bagi orang yang merokok, harus menghormati orang yang tidak merokok, yaitu dengan tidak merokok di sembarang tempat.
f) Bagi orang yang merokok, sebaiknya meminum obat atau jamu yang dapat mengurangi efek racun dalam rokok.

Sedangkan, untuk pencegahan dan pengobatan ketergantungan zat adiktif pada minuman keras, perlu dilakukan hal-hal sebagai berikut:

a) Tidak mencoba untuk meminum minuman keras.
b) Menjauhi minuman keras.
c) Mengurangi pergaulan dengan orang yang meminum minuman keras.
d) Bagi orang yang meminum minuman keras, sebaiknya meminum obat atau jamu yang dapat menetralisir dampak minuman keras.
e) Bagi orang yang meminum minuman keras, hendaknya lebih sering memeriksakan kesehatannya ke dokter
f) Bagi orang yang meminum minuman keras, segeralah bertaubat dan memahami bahwa meminum minuman keras itu haram.

Menguji Diri

1. Jelaskan pengertian dari zat adiktif! Sebutkan beberapa contohnya!
2. Apa saja racun yang terdapat pada rokok? Jelaskan!
3. Apakah dampak yang ditimbulkan bila kita meminum minuman yang beralkohol?
4. Bagaimana ciri-ciri fisik orang yang memiliki ketergantungan kepada zat adiktif?
5. Upaya apa saja yang dapat dilakukan untuk pencegahan dan penyembuhan akibat dari penggunaan zat adiktif?

B. Psikotropika

Berikut ini adalah uraian tentang psikotropika. Pelajarilah dengan saksama agar kamu dapat memahaminya.

1. Pengertian Psikotropika dan Penggolongan Zat Psikotropika

Info

Psikotropika merupakan suatu zat atau obat yang dapat berpengaruh pada pikiran dan sistem saraf penggunanya.

Psikotropika merupakan suatu zat atau obat yang dapat berpengaruh pada pikiran dan sistem saraf penggunanya. Psikotropika ini dapat diperoleh secara alamiah ataupun buatan manusia (sintetik) yang sifatnya psikoaktif dan berpengaruh pada susunan saraf pusat sehingga menyebabkan perubahan pada aktivitas mental dan perilaku.

Psikotropika dapat menurunkan kinerja otak atau merangsang susunan syaraf pusat sehingga menimbulkan kelainan perilaku yang disertai dengan timbulnya

halusinasi, ilusi, gangguan cara berpikir, dan menyebabkan ketergantungan. Penggunaan psikotropika secara berlebihan dapat menyebabkan gangguan kesehatan penggunanya yang pada akhirnya dapat berujung kepada kematian.

Berdasarkan efek yang ditimbulkan, psikotropika dapat dikelompokkan menjadi obat stimulan, depresan, dan halusinogen.

Gambar 11.3
(a) Ekstasi
(b) Kokain
(c) Pohon ganja

a. Obat Stimulan

Jenis psikotropika yang termasuk obat stimulan dapat memberikan rangsangan kepada syaraf sehingga dapat menimbulkan efek lebih percaya diri. Banyak jenis psikotropika yang termasuk obat stimulan, misalnya kafein, kokain, ganja, dan amfetamin. Zat amfetamin biasanya terdapat pada pil ekstasi.

b. Obat Depresan

Jenis psikotropika yang termasuk obat depresan dapat memberikan efek, yaitu kerja sistem saraf berkurang, menurunkan kesadaran, dan mengantuk. Jenis zat yang termasuk obat depresan, misalnya alkohol, sedatin atau pil BK, *Magadon*, *Valium*, dan *Mandrak* (MX), *Cannabis* dan *Barbiturat*.

c. Obat Halusinogen

Obat halusinogen merupakan obat yang dapat menimbulkan halusinasi, yaitu mendengar atau melihat sesuatu yang tidak nyata. Contohnya adalah *Licercik Acid Dhietilamide* (LSD), *psylocibine*, *micraline* dan *mariyuana*.

Gambar 11.4
Kaktus peyot merupakan bahan pembuat obat halusinogen

2. Dampak Penggunaan Psikotropika

Penggunaan psikotropika dapat menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan. Selain itu, banyak terjadi tindakan kriminal yang disebabkan karena penyalahgunaan zat psikotropika. Pengguna zat psikotropika akan mengalami kehancuran dalam hidupnya dan akan mengalami gangguan kesehatan sehingga masa depannya menjadi suram.

Beberapa dampak negatif yang ditimbulkan dari penggunaan zat psikotropika adalah sebagai berikut:

a) Berbagai macam zat narkotika seperti candu, heroin, dan ganja dapat menyebabkan syaraf terganggu dan menimbulkan ketagihan yang pada akhirnya akan berujung kepada kematian.
b) Kokain dapat menimbulkan rasa takut yang berlebihan dan menimbulkan depresi.

Sumber: google.co.id

Gambar 11.5
Dampak penyalahgunaan psikotropika

c) Morfin menimbulkan rasa ngantuk, gangguan pernapasan, bahagia yang berlebihan (*euforia*), dan kematian.
d) Pil ekstasi menimbulkan rasa lelah dan ketenangan.
e) Barbiturat dapat mengakibatkan mudah tertidur lelap dan dapat menimbulkan kematian.

Orang yang menggunakan zat psikotropika dapat dikenali dengan memperhatikan ciri-ciri fisiknya, yaitu:
a) Badannya lemas dan tidak bertenaga.
b) Mukanya pucat dan tubuhnya kurus.
c) Tubuh menggigil disertai dengan teriakan histeris.
d) Rambut dan giginya rontok.

3. Pencegahan dan Pengobatan Ketergantungan Zat Psikotropika

Dari berbagai dampak negatif penggunaan zat psikotropika, perlu adanya upaya untuk menghindarinya. Beberapa sikap yang dapat dilakukan untuk menjauhi pengaruh negatif zat psikotropika adalah sebagai berikut:
a) Lebih mendekatkan diri kepada Tuhan Yang Maha Esa, salah satunya dengan sering mengikuti dan melakukan kegiatan-kegiatan keagamaan.
b) Menjauhi zat psikotropika dan tidak mencoba untuk mengkonsumsinya.
c) Tidak bergaul dengan pemakai ataupun pengedar zat psikotropika.
d) Sering mengikuti penyuluhan dan seminar tentang narkotika agar dapat membentengi diri dari penyalahgunaan psikotropika.
e) Menyibukkan diri dengan hal-hal yang sifatnya positif.

Tidak jarang pengguna zat psikotropika yang pada akhirnya menyadari akan bahaya yang ditimbulkan zat tersebut. Oleh karena itu, perlu adanya suatu upaya pengobatan guna untuk pemulihan kondisi tubuh pengguna. Beberapa hal yang dapat dilakukan untuk mengobati ketergantungan terhadap zat psikotropika adalah sebagai berikut:
a) Memeriksakan kesehatan tubuh pengguna ke dokter dan mengkonsultasikan upaya untuk menghilangkan racun yang ditimbulkan akibat zat psikotropika.
b) Sikap peduli dan perhatian dari anggota keluarga, teman, dan sahabat dapat memberikan semangat untuk sembuh dari ketergantungan akan zat psikotropika.
c) Melakukan kegiatan-kegiatan positif yang dapat memberikan manfaat bagi diri sendiri, masyarakat, dan lingkungan.
d) Sering mengikuti kegiatan-kegiatan keagamaan.

Aktivitas Siswa

Carilah informasi dari berbagai sumber tentang cara-cara pengobatan bagi para korban ketergantungan zat adiktif dan psikotropika! Setelah itu, diskusikanlah bersama guru dan teman sekelompokmu!

Menguji Diri

1. Jelaskan pengertian zat psikotropika!
2. Berdasarkan efek yang ditimbulkan, terdiri dari apa saja zat psikotropika? Jelaskan!
3. Apakah dampak negatif dari penggunaan zat psikotropika?
4. Bagaimana cara mencegah dan mengobati orang yang memiliki ketergantungan kepada zat psikotropika?

Kilasan Materi

- Zat adiktif adalah zat yang dapat menyebabkan efek ketagihan bagi pemakainya.
- Rokok mengandung berbagai macam racun yang dapat merusak kesehatan penggunanya, seperti nikotin, karbon monoksida, tar, dan asam sianida.
- Nikotin merupakan racun yang terdapat pada tembakau dan dapat menimbulkan efek ketagihan serta dapat menaikkan tekanan darah.
- Minuman keras mengandung alkohol yang dapat menimbulkan efek ketagihan dan efek memabukkan bagi orang yang meminumnya.
- Psikotropika adalah suatu zat atau obat yang dapat berpengaruh pada pikiran dan sistem saraf penggunanya.
- Jenis psikotropika yang termasuk obat stimulan dapat memberikan rangsangan kepada syaraf sehingga dapat menimbulkan efek lebih percaya diri.
- Jenis psikotropika yang termasuk obat depresan dapat menyebabkan kerja sistem saraf berkurang, menurunkan kesadaran, dan mengantuk.
- Obat halusinogen merupakan obat yang dapat menimbulkan halusinasi, yaitu mendengar atau melihat sesuatu yang tidak nyata.

Refleksi

Setelah kamu mempelajari zat adiktif dan psikotropika, coba kamu jelaskan kembali jenis-jenis zat adiktif dan psikotropika serta bahaya yang ditimbulkan akibat penggunaannya! Manfaat apa yang kamu peroleh setelah mempelajarnya?

Uji Kemampuan

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Yang dimaksud zat adiktif adalah ....
   a. zat yang dapat menimbulkan efek ketagihan
   b. zat yang digunakan sebagai campuran makanan
   c. zat yang dapat meningkatkan ketahanan fisik
   d. zat yang dapat mengawetkan makanan

2. Rokok dapat digolongkan ke dalam zat adiktif karena ....
   a. dapat meningkatkan kecerdasan akibat nikotin
   b. dapat meningkatkan selera makan akibat tar
   c. dapat menambah ketahanan tubuh akibat karbon monoksida
   d. dapat menimbulkan ketagihan akibat nikotin

3. Racun pada rokok yang dapat menyebabkan sesak napas adalah ....
   a. nikotin
   b. tar
   c. karbon monoksida
   d. asam sianida

4. Yang bukan merupakan efek dari kecanduan alkohol adalah ....
   a. nafsu makan bertambah
   b. hilangnya kesadaran
   c. mabuk
   d. terganggunya sistem saraf

5. Untuk mencegah terjadinya penyalahgunaan penggunaan zat adiktif, dapat dilakukan hal-hal sebagai berikut, *kecuali* ....
   a. tidak mencoba untuk meminum minuman keras
   b. menjauhi minuman keras
   c. mengedarkan zat adiktif secara sembunyi-sembunyi
   d. mengurangi pergaulan dengan orang yang meminum minuman keras

6. Yang dimaksud zat psikotropika adalah ....
   a. zat yang dapat berpengaruh pada pikiran dan sistem saraf penggunanya
   b. zat yang dapat menambah tenaga
   c. zat yang dapat menambah nafsu makan
   d. zat yang digunakan untuk mengawetkan makanan

7. Berdasarkan efek yang ditimbulkan, zat psikotropika dikelompokkan menjadi tiga jenis, yaitu obat ....
   a. stimulan, pengawet, dan depresan
   b. stimulan, halusinogen, dan depresi
   c. stimulan, depresan, dan halusinogen
   d. pengawet, depresi, dan halusinogen

8. Berikut ini adalah zat psikotropika yang termasuk obat halusinogen, *kecuali* ....
   a. licercik acid dhietilamide (LSD)
   b. psylocibine
   c. micraline
   d. pil ekstasi

9. Zat psikotropika yang dapat menimbulkan rasa takut yang berlebihan dan depresi adalah ....
   a. ganja
   b. kokain
   c. morfin
   d. pil ekstasi

10. Sikap yang dapat dilakukan agar dapat terhindar dari pengaruh negatif zat psikotropika, *kecuali* ....
    a. sering mengikuti dan melakukan kegiatan-kegiatan keagamaan
    b. tidak mencoba untuk menggunakan zat psikotropika
    c. tidak bergaul dengan pemakai ataupun pengedar zat psikotropika
    d. menghisap ganja di tempat yang tersembunyi

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!

1. Apa perbedaan zat adiktif dan psikotropika? Jelaskan!
2. Sebutkan dampak negatif yang ditimbulkan akibat merokok!
3. Sebutkan penggolongan zat psikotropika berdasarkan efek yang ditimbulkannya! Berikan contohnya!
4. Bagaimana ciri-ciri fisik pengguna zat psikotropika?
5. Upaya apa saja yang dapat dilakukan untuk menghindari penyalahgunaan zat adiktif dan psikotropika?

1. Zat adiktif dan psikotropika merupakan barang-barang yang diharamkan oleh agama dan dilarang oleh pemerintah untuk digunakan secara sembarangan. Menurutmu, apa alasan agama dan pemerintah melarang penggunaan zat adiktif dan psikotropika? Jelaskan!
2. Apakah zat adiktif dan psikotropika bermanfaat? Jika ada, sebutkan manfaat zat adiktif dan psikotropika! Jelaskan!
3. Bagaimanakah sifat atau pengaruh zat adiktif dan psikotropika terhadap tubuh penggunanya? Diskusikanlah bersama teman sebangkumu.

Uji Kemampuan Semester I

A. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Yang merupakan alat gerak aktif pada manusia adalah ....
   a. rangka
   b. otot
   c. sendi
   d. tulang

2. Jumlah gelambir dari paru-paru sebelah kanan adalah ....
   a. 2
   b. 3
   c. 4
   d. 5

3. Pertukaran gas O_2 dan CO_2 pada paru-paru terjadi di ... secara ....
   a. alveolus, absorbsi
   b. alveolus, osmosis
   c. alveolus, difusi
   d. alveolus, adhesi

4. Pernapasan dada terjadi karena ada adanya aktivitas ....
   a. otot tulang rusuk
   b. otot antartulang rusuk
   c. otot dada
   d. otot diafragma

5. Pada pernapasan perut, ekspirasi terjadi karena ....
   a. rongga dada membesar
   b. tekanan paru-paru mengecil
   c. paru-paru mengecil
   d. tekanan rongga dada mengecil

6. Volume udara residu dalam paru-paru adalah ....
   a. 1000 ml
   b. 2000 ml
   c. 4000 ml
   d. 5000 ml

7. Zat yang memberi warna merah pada eritrosit adalah ....
   a. oksigen
   b. karbon dioksida
   c. hemoglobin
   d. zat besi

8. Eritrosit dibentuk pada ....
   a. sumsum kuning
   b. sumsum merah
   c. sumsum tulang
   d. sumsum putih

9. Pada peradangan usus buntu, operasi yang dilakukan adalah memotong ....
   a. kolon
   b. sekum
   c. appendik
   d. intestinum

10. Sklereid berasal dari jaringan ....
    a. epidermis
    b. parenkim
    c. kolenkim
    d. meristem

11. Jaringan yang berfungsi sebagai penutup permukaan tubuh tumbuhan adalah ....
    a. epidermis
    b. parenkim
    c. kolenkim
    d. sklerenkim

12. Bahan-bahan yang diperlukan dalam fotosintesis adalah ....
    a. air, O_2, cahaya matahari, klorofil
    b. air, O_2, cahaya matahari, kloroplas
    c. air, CO_2, cahaya matahari, klorofil
    d. H_2O, CO_2, cahaya matahari, grana

13. Menutupnya daun putri malu akibat sentuhan disebut gerak ....
    a. tigmotropisme
    b. termonasti
    c. tigmonasti
    d. fotonasti

14. Yang dimaksud dengan nomor massa adalah ....
    a. banyaknya proton dan neutron dalam inti atom
    b. banyaknya elektron dalam inti atom
    c. banyaknya proton dan elektron dalam inti atom
    d. banyaknya neutron dalam inti atom

15. Untuk membasmi penyakit panu, kadas, dan kurap digunakan bahan kimia yang tergolong ke dalam ....
    a. herbisida
    b. fungisida
    c. rodentisida
    d. nematisida

16. Yang termasuk zat aditif alami adalah ....
    a. daun pandan
    b. formalin
    c. sakarin
    d. asam asetat

17. Fungsi dari zat aditif yang ditambahkan pada makanan, *kecuali* ....
    a. mengurangi kandungan gizi pada makanan
    b. menjaga kualitas dan tekstur makanan sehingga tetap terlihat segar
    c. memberikan warna pada bahan makanan sehingga terlihat menarik
    d. memberikan aroma yang khas pada makanan

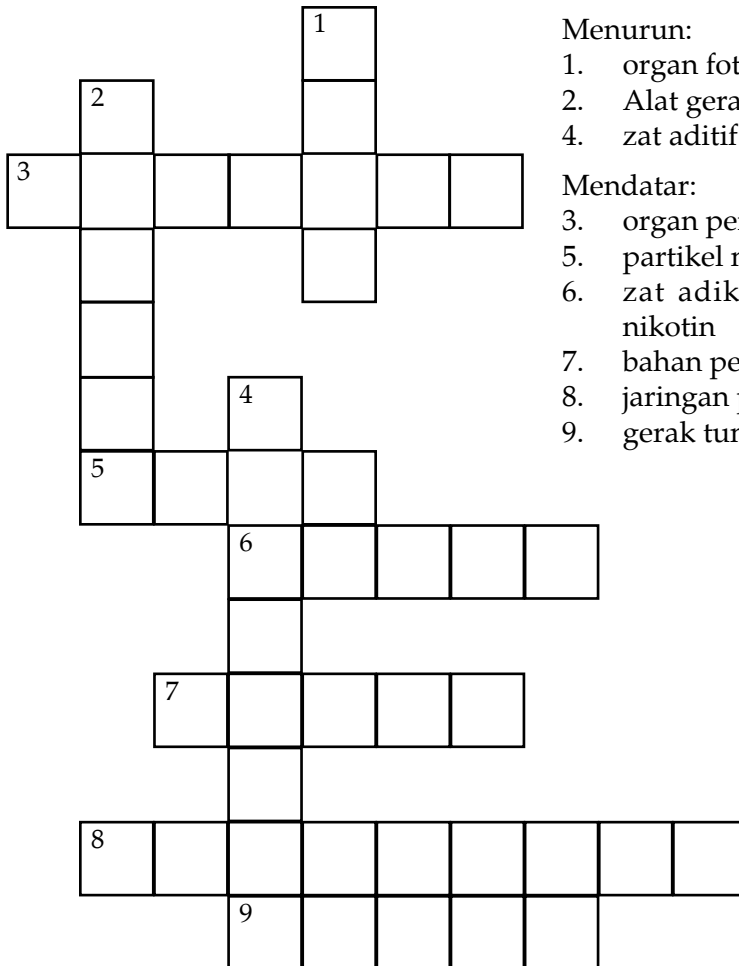
18. Jenis psikotropika yang dapat memberikan rangsangan kepada syaraf sehingga menimbulkan efek lebih percaya diri adalah ....
    a. *kokain*
    b. *magadon*
    c. *psylocibine*
    d. *cannabis*

19. Berikut ini adalah ciri-ciri fisik orang yang menggunakan zat psikotropika, *kecuali* ....
    a. mukanya pucat dan tubuhnya kurus
    b. kulit hitam dan rambut panjang
    c. tubuh menggigil yang disertai dengan teriakan histeris
    d. rambut dan giginya rontok

20. Sikap yang dapat dilakukan agar dapat terhindar dari pengaruh negatif zat adiktif dan psikotropika, *kecuali* ....
    a. sering mengikuti dan melakukan kegiatan-kegiatan keagamaan
    b. tidak mencoba untuk menggunakan zat adiktif dan psikotropika
    c. tidak bergaul dengan pemakai ataupun pengedar zat adiktif dan psikotropika
    d. menggunakan zat adiktif dan psikotropika di tempat yang tersembunyi

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini!

1. Jelaskan proses pertumbuhan dan perkembangan pada manusia!
2. Jelaskan penyebab kelainan pada sistem pernapasan manusia!
3. Jelaskan cara kerja jantung dalam sistem peredaran darah manusia!
4. Jelaskan perbedaan antara molekul unsur dan molekul senyawa!
5. Jelaskan bahaya-bahaya yang dapat ditimbulkan akibat penyalahgunaan zat adiktif dan psikotropika!

C. Isilah teka-teki berikut ini!

Menurun:
1. organ fotosintesis
2. Alat gerak pasif
4. zat aditif pengawet

Mendatar:
3. organ peredaran darah
5. partikel materi
6. zat adiktif yang mengandung nikotin
7. bahan pembersih
8. jaringan pelindung
9. gerak tumbuhan

Bab

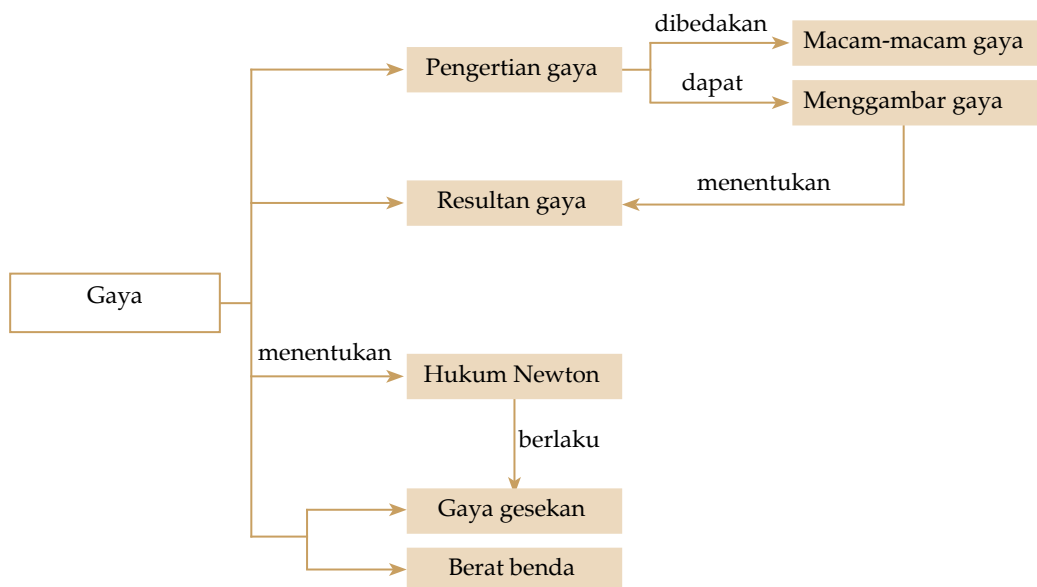
12 Gaya

Sumber: image.google.com

Gambar 12.1
Mengayuh sepeda

Apakah kamu pernah naik sepeda? Jika belum pernah, cobalah. Apa yang kamu rasakan ketika naik sepeda? Mengapa sepeda dapat bergerak? Apakah sepeda yang sedang bergerak dapat dihentikan? Bagaimana cara menghentikannya? Ayo temukan jawabannya dalam bab ini.

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kamu dapat mengidentifikasi jenis-jenis gaya, penjumlahan gaya, dan pengaruhnya pada suatu benda yang dikenai gaya, serta menjelaskan berbagai peristiwa dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan Hukum Newton.

Peta Konsep

Di kelas VII, kamu telah mempelajari bahwa suatu benda dapat bergerak dengan gerakan yang bermacam-macam. Sepeda dapat bergerak karena adanya kayuhan kaki, bola melambung karena tendangan atau lemparan, dan kelapa jatuh dari pohonnya karena ada tarikan dari dalam bumi. Gerakan-gerakan itu pun kemudian berhenti karena ada sesuatu yang menghentikannya. Apakah yang menyebabkan suatu benda menjadi bergerak atau berhenti? Berikut akan dibahas mengenai hal tersebut.

A. Pengertian Gaya

Dorongan, kayuhan, tendangan, tarikan, atau pun hal-hal lain yang menyebabkan benda bergerak atau berhenti dari gerakannya itu disebut dengan gaya. Dalam fisika, gaya diartikan sebagai suatu dorongan atau tarikan.

Jika kita memperhatikan gerakan-gerakan benda, seperti melaju dan berhentinya sepeda, berubahnya arah bola karena tendangan, dan membesarnya permukaan balon yang ditiup, dapat disimpulkan bahwa gaya yang diberikan pada suatu benda dapat menyebabkan perubahan pada benda sesuai dengan gaya yang diberikan. Perubahan-perubahan yang dapat terjadi adalah sebagai berikut:

a) Benda diam jadi bergerak.
b) Benda bergerak menjadi diam.
c) Bentuk dan ukuran benda berubah.
d) Arah gerak benda berubah.

1. Macam-Macam Gaya

Gaya yang menyebabkan terjadinya perubahan pada benda dapat dikelompokkan berdasarkan penyebabnya dan berdasarkan pada sifatnya. Macam-macam gaya berdasarkan penyebabnya adalah:

a) Gaya listrik, yaitu gaya yang timbul karena adanya muatan listrik.
b) Gaya magnet, yaitu gaya yang berasal dari kutub-kutub magnet, berupa tarikan atau tolakan.
c) Gaya pegas, yaitu gaya yang ditimbulkan oleh pegas.
d) Gaya gravitasi, yaitu gaya tarik yang berasal dari pusat bumi.
e) Gaya mesin, yaitu gaya yang berasal dari mesin.
f) Gaya gesekan, yaitu gaya yang ditimbulkan akibat pergeseran antara dua permukaan yang bersentuhan.

Info

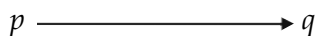
Gaya sentuh adalah gaya yang bekerja pada benda dengan titik kerjanya berada pada permukaan benda. Sedangkan, gaya tak sentuh adalah gaya yang bekerja pada benda dengan titik kerjanya tidak bersentuhan dengan benda.

Jika kamu memperhatikan gaya-gaya tersebut, apakah sumber gaya dan benda yang diberikan gaya selalu bersentuhan? Ya, sebagian gaya dapat terjadi tanpa adanya sentuhan antara sumber gaya dan benda yang diberi gaya tersebut. Sifat inilah yang mendasari pengelompokkan gaya menjadi gaya sentuh dan gaya tak sentuh.

Gaya sentuh adalah gaya yang bekerja pada benda dengan titik kerjanya berada pada permukaan benda. Contoh yang termasuk gaya sentuh adalah gaya gesekan. Sesuai pengertiannya, gaya gesekan akan terjadi hanya jika sumber gaya dan benda yang diberi gaya bersentuhan. Misalnya, gaya gesekan antara kakimu dan permukaan jalan ketika kamu melangkah. Contoh lain yang termasuk gaya sentuh adalah gaya otot, gaya pegas, dan gaya mesin. Sementara, yang dimaksud dengan gaya tak sentuh adalah gaya yang titik kerjanya tidak bersentuhan dengan benda. Pernahkah kamu mencoba mendekatkan penggaris plastik yang telah digosok-gosok ke rambutmu pada sobekan-sobekan kertas yang kecil? Saat itu, kertas akan menempel pada penggaris walaupun kertas dan penggaris tidak bersentuhan. Peristiwa ini menunjukkan adanya gaya listrik dari penggaris plastik yang bekerja terhadap kertas. Contoh lain dari gaya tak sentuh adalah gaya magnet dan gaya gravitasi bumi.

2. Menggambar Gaya

Gaya merupakan besaran vektor karena memiliki besar dan arah. Karenanya, gaya dapat digambarkan dengan diagram vektor berupa anak panah.

$p \longrightarrow q$

Gambar 12.2 Diagram vektor

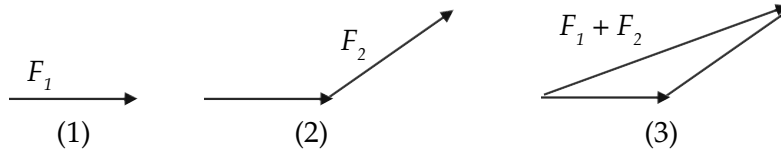
Pada Gambar 12.2, titik *p* disebut sebagai titik tangkap gaya, dan arah anak panah dari *p* ke *q* menyatakan arah gaya, sedangkan besarnya gaya dinyatakan dengan panjang anak panah *pq*. Untuk melukiskan jumlah dan selisih gaya yang tidak segaris, dapat dilakukan dengan cara atau metode poligon.

a. Melukis Penjumlahan Gaya

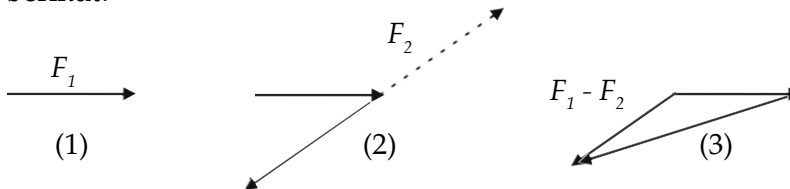
Untuk melukis jumlah dua gaya dengan metode poligon, cara yang harus ditempuh adalah sebagai berikut:

(1) Lukis salah satu gaya.

(2) Lukis gaya kedua yang titik tangkapnya berimpit dengan ujung vektor pertama.

(3) Jumlah kedua gaya adalah anak panah yang menghubungkan titik tangkap gaya pertama ke ujung gaya kedua.

Gambar 12.3 Penjumlahan gaya

b. Melukis Selisih Gaya

Langkah-langkah yang harus ditempuh untuk melukis selisih gaya, pada dasarnya sama dengan melukis penjumlahan gaya. Hanya saja, gaya kedua harus digambarkan dengan arah yang berlawanan dari gaya asalnya. Perhatikan gambar berikut!

Gambar 12.4 Selisih gaya

Contoh:

Jika garis sepanjang 1 cm ke arah kanan menunjukan besar gaya benda 1 N. Lukislah diagram vektor untuk gaya-gaya berikut:

a. F_1 = 7 N ke kanan
b. F_2 = 3 N ke kiri

Penyelesaian :

Diketahui : ⟶ adalah diagram vektor untuk F = 1 N

Ditanya : diagram vektor untuk (a) F_1 = 7 N ke kanan (b) F_2 = 3 N ke kiri

Jawab:

a. F_1 dilukiskan oleh anak panah dengan titik tangkap A, panjang 7 cm, dan arah ke kanan, yaitu:

A •——•——•——•——•——•——•——▶ F_1

b. F_2 dilukiskan oleh anak panah dengan titik tangkap B, panjang 3 cm, dan arah ke kiri, yaitu:

F_2 ◀——•——•——• B

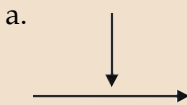
Menguji Diri

1. Sebuah gaya F_1 = 2 N ke kiri dilukiskan dengan diagram vektor yang panjangnya 1 cm dengan arah ke kiri. Lukiskan diagram vektor gaya-gaya berikut.

   a. F_2 = 5 N ke kanan
   b. F_4 = 7 N ke kiri
   c. F_5 = 10 N ke atas
   d. F_6 = 13 N ke bawah

2. Lukislah penjumlahan dan selisih gaya-gaya berikut!

   a.

   b.

Info

Gaya yang bekerja dengan arah yang sama akan saling menguatkan. Sedangkan, gaya yang bekerja dengan arah berlawanan akan saling melemahkan.

B. Resultan Gaya

Jika kamu tidak sanggup untuk mendorong lemari pakaian yang akan kamu pindahkan, tentunya kamu akan meminta bantuan orang lain untuk mendorong bersama lemari itu dari arah yang sama. Dengan demikian, lemari akan terasa lebih ringan dan mudah untuk dipindahkan. Tapi, jika kamu dan temanmu mendorong dari arah yang berlawanan, lemari akan terasa lebih berat, dan mungkin tidak akan berpindah. Saat lemari didorong dari arah yang sama, maka gaya yang diberikan temanmu akan memperbesar gaya yang telah kamu berikan. Sebaliknya, jika arah dorongan kamu berlawanan, maka gaya yang diberikan temanmu akan mengurangi gaya yang kamu berikan.

Keseluruhan gaya yang diberikan pada suatu benda dapat diganti oleh sebuah gaya yang disebut resultan gaya. Resultan gaya merupakan besaran vektor. Arahnya adalah arah dari sebuah gaya yang nilainya lebih besar dari gaya yang lainnya. Secara matematis, resultan gaya ditulis:

$$R = F_1 + F_2 + F_3 + ... + F_n$$

dengan:
R = resultan gaya
F = gaya yang dijumlahkan
n = banyaknya gaya

Untuk mempermudah perhitungan, berikan tanda positif untuk gaya yang mengarah ke kanan dan ke atas, serta tanda negatif untuk gaya yang mengarah ke kiri dan

ke bawah. Misalkan, pada saat mendorong lemari dengan arah berlawanan, gaya yang kamu berikan adalah F_1 = 22 N mengarah ke kiri. Sementara, gaya yang temanmu berikan adalah F_2 = 20 N mengarah ke kanan.

Sehingga, resultan gaya itu adalah

$$\begin{aligned} R &= F_1 + F_2 \\ &= (-22 \text{ N}) + 20 \text{ N} \\ &= (-2 \text{ N}) \end{aligned}$$

Diperoleh resultan gaya (-2 N). Artinya, besar resultan gaya adalah 2 N dan arahnya sama dengan arah F_1, yaitu ke kiri.

Jika resultan gaya (R) yang bekerja pada suatu benda sama dengan nol, maka benda tidak akan bergerak (diam). Dengan kata lain, benda berada pada keadaan seimbang.

Menguji Diri

Diketahui sebuah gaya F_1 = 2 N ke kiri dilukiskan oleh diagram vektor sepanjang 1 cm ke arah kanan. Lukislah diagram vektor untuk gaya F_2 = 5 N ke kanan dan F_3 = 9 N ke kanan serta tentukanlah:

a. $F_1 + F_2$

b. $F_1 + F_3$

c. $F_2 + F_3$

d. $F_1 + F_2 + F_3$

C. Hukum Newton

Ilmuwan yang pertama kali melakukan penelitian pada gaya adalah **Sir Issac Newton**. Berdasarkan hasil penelitiannya diperoleh tiga hukum. Ayo cermati bersama pembahasannya.

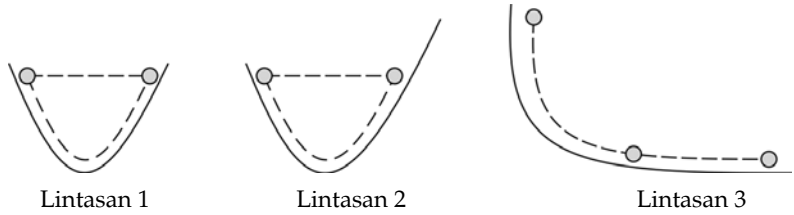
1. Hukum I Newton

Pada awalnya, penelitian yang dilakukan Newton merupakan pengkajian ulang terhadap penelitian yang dilakukan Galileo terhadap gerak benda pada lintasan melengkung, dari sebuah pertanyaan sederhana mengenai perlu tidaknya gaya luar diberikan pada suatu benda yang bergerak untuk terus bergerak. Kemudian, Galileo membuat suatu lintasan lengkung yang cukup licin dan menjatuhkan bola pada lintasan tersebut.

Info

Hukum I Newton berbunyi:
"Jika resultan gaya pada suatu benda sama dengan nol, maka benda yang mula-mula diam akan terus diam (mempertahankan keadaan diam). Sedangkan, jika benda itu bergerak, maka ia akan bergerak terus dengan kecepatan tetap".

Sahabatku, Ilmuwan

Sir Isaac Newton (1642-1727) adalah seorang ahli fisika, matematika, dan ahli filsafat alam dari Inggris. Ia merupakan salah satu ilmuwan yang paling utama dari sepanjang waktu. Newton merumuskan hukum gravitasi dan hukum gerak yang menjelaskan bagaimana benda bergerak di atas bumi. Ia juga membuat studi tentang optik modern dan membangun teleskop cermin yang pertama. Pemahamannya yang mendalam tentang matematika menuntun dia untuk menemukan cabang ilmu matematika yang disebut kalkulus. Kontribusi Newton sangat besar dalam menerangkan ilmu fisika dengan terminologi matematika.

Gambar 12.5 Lintasan gerak benda

Ia mengamati bahwa pada lintasan 1 dan 2 benda akan terus bergerak dari lengkungan kiri ke lengkungan kanan sampai ketinggian semula dan terus berulang. Sementara, pada lintasan 3, ia mengamati bahwa bola itu bergerak dan menempuh jarak yang sangat jauh dengan kelajuan yang hampir tetap. Setelah menempuh lintasan yang lurus, lambat laun kemudian bola berhenti. Terhadap pengamatannya ini, Galileo menyatakan bahwa gerak bola berhenti karena adanya gaya gesekan. Jika gaya gesekan ini diabaikan, maka tidak ada gaya yang bekerja pada benda tersebut dan bola akan terus bergerak dengan kelajuan tetap pada lintasan lurus tanpa membutuhkan gaya luar.

Kesimpulan Galileo inilah yang dikaji ulang oleh Newton. Dari hasil pengkajian ulang ini, Newton menyatakan hukum pertamanya. Untuk menghargai jasanya, hukum ini kemudian dikenal dengan nama Hukum I Newton, yaitu:

"Jika resultan gaya pada suatu benda sama dengan nol, maka benda yang mula-mula diam akan terus diam (mempertahankan keadaan diam). Sedangkan, jika benda itu bergerak, maka ia akan bergerak terus dengan kecepatan tetap".

Secara matematis, **Hukum I Newton** dinyatakan sebagai berikut:

Contoh Hukum I Newton dalam kehidupan sehari-hari dapat terlihat pada pemain *ice skating*. Ketika pemain meluncur tanpa menggerakkan tenaga, maka tidak ada gaya yang bekerja pada pemain tersebut, tetapi pemain tersebut dapat terus meluncur dengan kecepatan yang hampir tetap. Hal ini disebabkan karena lapangan yang sangat licin sehingga gaya gesekan yang terjadi hampir tidak ada atau sama dengan nol. Secara matematis ditulis:

$$\Sigma F = 0$$

2. Hukum II Newton

Jika Hukum I Newton berbicara tentang resultan gaya yang sama dengan nol, maka Hukum II Newton berbicara

tentang gaya yang bekerja pada benda yang resultan gayanya tidak sama dengan nol.

Perbandingan massa benda dan gaya yang bekerja padanya disebut percepatan. Percepatan yang ditimbulkan oleh gaya yang bekerja pada sebuah benda berbanding lurus dan searah dengan gaya itu dan berbanding terbalik dengan massa benda. Secara matematis ditulis:

$$a = \frac{F}{m} \rightarrow F = ma$$

dengan: F = gaya (Newton)
a = percepatan (m/s^2)
m = massa benda (kg)

Contoh:

Adi menarik mobil-mobilannya yang memiliki massa 0,5 kg dengan gaya sebesar 0,1 N di lantai rumahnya. Berapakah percepatan yang dialami oleh mobil-mobilan itu?

Penyelesaian:
Diketahui : m = 0,5 kg ; F = 0,1 N
Ditanya : a
Jawab:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{0{,}1 \text{ N}}{0{,}5 \text{ Kg}} = 0{,}2 \text{ m/s}^2$$

Jadi, percepatannya adalah 0,2 m/s^2 15° C.

Contoh penerapan Hukum II Newton dalam kehidupan sehari-hari dapat kamu lihat pada gerak dua orang yang membawa beban dengan massa yang berbeda. Seorang tukang becak akan mampu mengayuh becaknya lebih cepat ketika membawa seorang penumpang bermassa 45 kg dibandingkan saat ia membawa seorang penumpang yang bermassa 60 kg.

Pikirkanlah !

Jika dua buah bola dengan massa yang berbeda ditendang dengan gaya yang sama, bola manakah yang melaju lebih cepat? Jelaskan!

Menguji Diri

Sebuah lemari memiliki massa 20 kg. Ketika didorong, lemari tersebut bergerak dengan percepatan 2 m/s^2. Berapa Newton gaya yang bekerja pada lemari tersebut?

3. Hukum III Newton

Jika sebuah benda A mengerjakan gaya pada benda B, maka benda B juga akan mengerjakan gaya reaksi pada benda A yang sama besar, tetapi berlawanan arah. Gaya ini dikenal dengan gaya aksi-reaksi.

Sifat-sifat gaya aksi-reaksi adalah:

a) Gaya yang bekerja besarnya sama.
b) Arahnya berlawanan.
c) Terletak pada satu garis lurus.
d) Bekerja pada dua benda yang berbeda.

Sifat-sifat ini memenuhi persamaan:

$$F_{aksi} = - F_{reaksi}$$

Sumber: Encarta 2005

Gambar 12.6
Gaya aksi-reaksi antara perenang dengan papan loncat

Contoh yang tampak jelas dalam kehidupan sehari-hari mengenai gaya aksi-reaksi adalah gaya yang terjadi saat seorang perenang melakukan loncatan di papan untuk terjun ke kolam. Saat perenang berada di atas papan dan memberikan aksi berupa tekanan terhadap papan, maka papan tersebut bereaksi dengan memberikan gaya yang menyebabkan perenang dapat meloncat ke atas sehingga menghasilkan gerakan yang indah untuk akhirnya terjun ke kolam.

D. Gaya Gesekan

Coba bayangkan dan rasakan kembali gerak mobil yang kamu tumpangi ketika berada di jalan datar yang permukaannya halus, lalu di jalan datar yang permukaannya kasar! Gerak mobil mana yang terasa lebih cepat?

Sumber: Encarta 2005

Gambar 12.7
Pada saat mobil bergerak, ban mobil mendapatkan gaya gesekan dari jalan

Gerak mobil di jalan datar yang permukaannya halus akan terasa lebih cepat dibandingkan di jalan datar yang permukaannya kasar. Pada saat mobil bergerak di permukaan yang kasar, gerak mobil akan terhambat karena ada gaya yang arahnya berlawanan dengan laju mobil. Gaya ini adalah gaya gesekan yang terjadi antara ban mobil dan permukaan jalan. Gaya gesekan yang terjadi antara ban mobil dan permukaan jalan yang kasar lebih besar daripada gaya gesekan yang terjadi antara ban mobil dan permukaan jalan yang halus.

Sama halnya ketika kamu menarik benda yang terletak di atas meja yang permukaannya kasar. Jika kamu menariknya dengan gaya yang lemah, maka benda tidak akan bergerak karena gaya gesekan sama besar dengan gaya

yang kamu berikan sehingga menghambat gerak benda. Benda itu akan bergerak jika kamu menarik dengan gaya yang lebih besar dari gaya gesek.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa gaya gesekan adalah gaya yang timbul akibat pergeseran antara dua permukaan yang bersentuhan. Gaya gesekan mempunyai arah yang berlawanan dengan gaya penyebabnya sehingga bersifat menghambat gerak benda.

Contoh penerapan gaya gesekan dalam kehidupan sehari-hari adalah gaya gesekan antara kanvas rem sepeda dengan peleknya sehingga sepeda dapat direm sesuai keinginan kita. Contoh lainnya adalah penampilan ban mobil atau motor yang dibuat bergerigi agar dapat mencengkeram permukaan jalan sehingga kendaraan tidak mudah tergelincir. Gaya gesekan ini merupakan gaya yang menguntungkan. Namun, tak jarang gaya gesekan antara dua permukaan yang bersentuhan juga dapat merugikan. Contohnya adalah gesekan yang terjadi pada pergerakan bagian-bagian mesin yang mengakibatkan mesin tersebut panas dan aus. Untuk mencegahnya, digunakan oli yang dapat memperhalus permukaan yang bersentuhan.

Gaya gesekan adalah gaya yang timbul akibat pergeseran antara dua permukaan yang bersentuhan.

E. Berat Benda

Dalam kehidupan sehari-hari, tentunya kamu sering mendengar kata berat. Misalnya, berat badan, berat bersih, dan lain-lain.

Kata "berat" yang digunakan pada kata-kata di atas dalam fisika mengarah pada massa benda (m). Jadi, apa sebenarnya pengertian berat? Apakah berat berarti massa? Untuk memahami pengertian berat, coba kamu lakukan kegiatan berikut.

Aktivitas Siswa

Lakukan aktivitas berikut secara berkelompok.

Tujuan:
Mengetahui hubungan antara massa dan berat benda.

Alat dan Bahan:
Benda bermassa 1 kg, 1,5 kg, 2 kg, 3 kg, 4 kg, sebuah neraca pegas, selembar kertas milimeterblock.

Cara Kerja:

1. Gantungkanlah balok pada neraca pegas secara bergantian mulai dari massa terkecil. Setelah itu, baca nilai berat benda yang ditunjukkan oleh skala pada neraca pegas.

2. Catat hasil yang ditunjukkan neraca pegas pada tabel berikut ini.

Massa (m) **kg**	**Berat (w)** **N**	$\frac{\mathbf{W}}{\mathbf{m}}$
1		
1,5		
2		
3		
4		

3. Buatlah sumbu kartesius pada kertas *milimeterblock* dengan sumbu datar menyatakan massa (kg) dan sumbu tegak menyatakan berat (N). Sketsa data yang kamu peroleh pada sumbu kartesius tersebut. Hubungkan kelima titik yang diperoleh untuk membuat grafik yang menyatakan hubungan antara berat dan massa benda. Bagaimana bentuk grafik tersebut?
4. Buatlah kesimpulan dari hasil pencatatan dan sketsa grafikmu!

Dari hasil kegiatan yang telah kamu ikuti, jelas bahwa berat tidak sama dengan massa. Jika kamu membagi berat hasil pengukuranmu dengan massa benda yang telah ditentukan sebelumnya, diperoleh suatu nilai yang tetap. Jadi, perbandingan gaya berat dan massa di suatu tempat selalu tetap. Nilai $\frac{W}{m}$ ternyata sama dengan nilai percepatan gravitasi bumi (g), yaitu 9,8 m/s^2. Jadi, perbandingan itu nilainya sama dengan percepatan benda yang jatuh bebas ke bumi atau gravitasi bumi.

$$W = m\,g$$

dengan: g = gaya gravitasi bumi (m/s^2)
m = massa benda (kg)
W = berat benda (kg m/s^2 atau N)

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa berat benda di bumi adalah gaya tarik bumi terhadap suatu benda. Sedangkan, massa adalah ukuran banyaknya satuan yang terkandung dalam suatu benda. Massa suatu benda tidak berubah di manapun benda itu berada. Berbeda dengan berat benda yang berubah-ubah bergantung di mana benda tersebut berada. Hal ini disebabkan adanya perbedaan besar gaya gravitasi bumi yang tergantung pada jarak pusat massa terhadap bumi. Makin jauh kedudukan benda

terhadap bumi, makin kecil gaya gravitasi yang dialaminya sehingga gaya beratnya pun akan makin kecil. Selain itu, berat benda di bumi dan di luar bumi pun berbeda. Berat benda di bumi berbeda dengan berat benda yang sama jika ia berada di bulan. Hal ini disebabkan adanya perbedaan percepatan gravitasi di dua tempat tersebut. Rata-rata besarnya percepatan gravitasi di permukaan bumi adalah 9,8 m/s^2. Sedangkan, di permukaan bulan rata-ratanya sekitar setengah kali besar gravitasi di permukaan bumi, yaitu sekitar 4,6 m/s^2. Perbedaan ini disebabkan massa dan ukuran planet tidak sama. Jadi, berat suatu benda di bumi sama dengan dua kali berat benda tersebut di bulan.

Kilasan Materi

- Gaya diartikan sebagai suatu dorongan atau tarikan.
- Macam-macam gaya berdasarkan penyebabnya adalah gaya listrik, gaya magnet, gaya pegas, gaya gravitasi, gaya mesin, dan gaya gesekan.
- Gaya sentuh adalah gaya yang bekerja pada benda dengan titik kerjanya berada pada permukaan benda.
- Gaya merupakan besaran vektor karena memiliki besar dan arah.
- Resultan gaya adalah keseluruhan gaya yang diberikan pada suatu benda.
- Rumusan Hukum I Newton adalah: $\Sigma F = 0$
- Rumusan Hukum II Newton adalah: $a = \frac{F}{m} \rightarrow F = ma$
- Rumusan Hukum III Newton adalah: $F_{aksi} = - F_{reaksi}$.
- Gaya gesekan adalah gaya yang timbul akibat pergeseran antara dua permukaan yang bersentuhan.
- Percepatan benda yang jatuh bebas ke bumi atau gravitasi bumi adalah 9,8 m/s^2.

Refleksi

Setelah kamu mempelajari tentang gaya, coba kamu jelaskan kembali jenis-jenis gaya dan Hukum Newton! Manfaat apa yang kamu peroleh setelah mempelajarinya?

Uji Kemampuan

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Yang bukan merupakan jenis gaya berdasarkan penyebabnya adalah ....
   a. gaya pegas
   b. gaya magnet
   c. gaya tak sentuh
   d. gaya listrik

2. Perhatikan pernyataan-pernyataan berikut!
   (i) bentuk dan ukuran benda berubah
   (ii) benda bergerak menjadi diam
   (iii) benda diam jadi bergerak
   (iv) arah gerak benda berubah

   Pernyataan yang benar mengenai perubahan yang terjadi akibat pengaruh gaya adalah ....
   a. (i), (ii), (iii)
   b. (i) dan (iii)
   c. (i) dan (iv)
   d. semuanya benar

3. Jika Adi mendorong meja dengan gaya 5N, sementara Dito menahan dorongan itu dengan gaya 6N, maka yang akan terjadi pada meja adalah ....
   a. meja berpindah ke arah Dito sebesar 1 N
   b. meja berpindah ke arah Adi sebesar 1 N
   c. meja berpindah ke arah Dito sebesar 11 N
   d. meja diam, tidak berpindah

4. Yang termasuk gaya sentuh adalah ....
   a. gaya pegas
   b. gaya listrik
   c. gaya magnet
   d. gaya gravitasi

5. Dua buah gaya searah masing-masing 4 N dan 5 N yang menuju ke kanan dihadang oleh sebuah gaya sebesar 3 N. Resultan gaya tersebut adalah ....
   a. 4 N ke kiri
   b. 4 N ke kanan
   c. 6 N ke kiri
   d. 6 N ke kanan

6. Pernyataan yang benar mengenai Hukum II Newton adalah ....
   a. percepatan gerak benda sebanding dengan gaya yang bekerja padanya
   b. massa benda berbanding terbalik dengan gaya yang bekerja padanya
   c. percepatan gerak benda sebanding dengan massa benda
   d. percepatan benda berbanding terbalik dengan massa benda

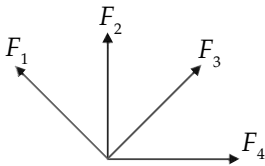
7. Ilmuwan yang pertama kali mengkaji gerak benda pada lintasan melengkung adalah ....
   a. Newton
   b. Galileo
   c. Pascal
   d. Archimedes

8. Gaya gesekan yang terjadi pada peristiwa berikut adalah merugikan, *kecuali* ....
   a. gaya gesekan antara mesin mobil dan kopling
   b. gaya gesekan antara ban mobil dan jalan
   c. gaya gesekan antara angin dengan mobil
   d. gaya gesekan antara kaki dan permukaan jalan

9. Yang merupakan sifat dari gaya aksi-reaksi adalah ....
   a. gaya yang bekerja besarnya tidak sama
   b. memiliki arah yang sama
   c. tidak terletak pada satu garis lurus
   d. bekerja pada dua benda berbeda

10. Jika suatu benda yang bermassa 50 kg di bumi dibawa ke bulan, maka berat benda tersebut di bulan adalah ...
   a. 25 N
   b. 50 N
   c. 75 N
   d. 100 N

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!

1. Apakah benda yang diam selalu berarti tidak mengalami gaya?
2. Diketahui gaya-gaya seperti pada gambar:

   Jika $F_1 = 5$ N, $F_2 = 7$ N, $F_3 = 11$ N, dan $F_4 = 3$ N, tentukanlah:
   a. $F_1 + F_2$ b. $F_1 + F_4$ c. $F_3 - F_4$ d. $F_2 + F_3 - F_4$
3. Sebuah bola yang massanya 1,5 kg bergerak dengan percepatan 4 m/s^2.
   a. Berapakah resultan gaya yang bekerja pada bola itu?
   b. Jika resultan gaya ini dikerjakan pada bola yang massanya 2 kg, berapakah percepatan gerak bola yang dihasilkan?
4. Mengapa sebuah balok yang diluncurkan pada sebuah lantai makin lama kecepatannya makin kecil, sampai akhirnya gerak balok itu berhenti?
5. Percepatan gravitasi di bumi = 10 N/kg; Jupiter = 26 N/kg, dan Mars = 3,6 N/kg. Tentukan berat benda-benda berikut di masing-masing planet!
   a. Mangga yang massanya 0,25 kg.
   b. Seorang astronout yang massanya 65 kg.

Ruang Berpikir

1. Mengapa setiap benda yang jatuh selalu jatuh ke bawah? Jelaskan faktor yang mempengaruhinya!
2. Seorang anak memindahkan dua buah kotak dengan berat yang berbeda dari halaman depan rumahnya ke dapur. Kotak pertama massanya 30 kg, sedangkan kotak kedua 50 kg. Ketika memindahkan kotak pertama, ia membutuhkan waktu 15 detik. Dengan tenaga yang sama, ia memindahkan kotak kedua dalam waktu yang lebih lama. Mengapa demikian? Jelaskan kaitannya dengan Hukum II Newton!
3. Sebutkan contoh peristiwa dalam kehidupan sehari-hari di sekitarmu yang merupakan penerapan Hukum I Newton, Hukum II Newton, dan Hukum III Newton! Diskusikanlah bersama teman sekelompokmu!

Bab

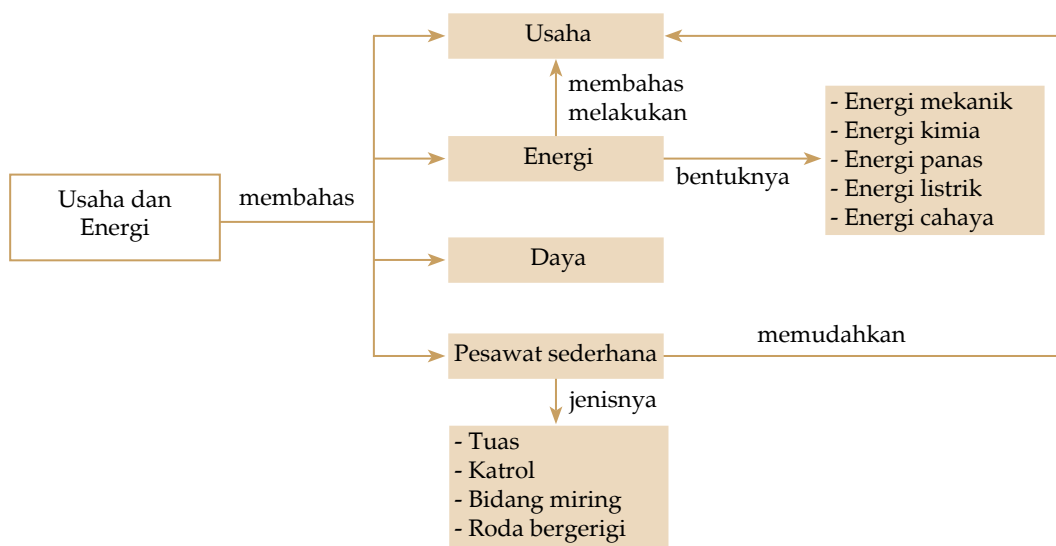
13 Usaha dan Energi

Sumber: image.google.com

Gambar 13.1
Mendorong mobil

Mendorong mobil merupakan salah satu kegiatan yang membutuhkan tenaga. Ketika kamu mendorong mobil hingga bergerak, kamu telah melakukan usaha. Apa yang dimaksud dengan usaha? Bagaimanakah cara mempermudah usaha? Alat-alat apa saja yang dapat membantu usaha manusia? Ayo temukan jawabannya dalam bab ini.

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kamu dapat mendeskripsikan prinsip usaha dan energi serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari, mendeskripsikan hubungan bentuk energi dan perubahannya, mendeskripsikan pengertian daya, mendeskripsikan pengertian dan jenis-jenis pesawat sederhana, serta melakukan percobaan tentang pesawat sederhana dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Peta Konsep

Dalam kehidupan sehari-hari, kamu tentu membutuhkan tenaga yang cukup besar untuk melakukan kegiatan. Misalnya, mendorong meja dan lemari agar berpindah tempat. Kegiatan semacam ini disebut usaha. Untuk lebih jelasnya, perhatikanlah uraian berikut.

Info

Usaha adalah suatu gaya yang dilakukan pada sebuah benda dan menyebabkan benda itu bergerak.

A. Usaha

Pada pelajaran yang lalu, kamu telah mengetahui bahwa benda dapat bergerak karena adanya gaya. Suatu gaya yang dilakukan pada sebuah benda dan menyebabkan benda itu bergerak disebut usaha. Bahasan tentang usaha inilah yang akan kamu pelajari sekarang.

Dalam fisika, usaha didefinisikan sebagai hasil kali antara gaya dan perpindahan benda. Satuan usaha dalam SI adalah Joule (J). Secara matematis, usaha dirumuskan sebagai:

$$W = Fs$$

dengan: W = usaha (Joule, J)
F = gaya (N)
s = perpindahan (m)

Usaha sebesar 1 Joule dilakukan apabila gaya sebesar 1 Newton memindahkan benda sejauh 1 meter.

Contoh:

Dalam kegiatan beres-beres kelas, Dito telah berhasil menggeser sebuah lemari sejauh 5 m dibantu dua orang temannya, Budi dan Arto. Jika gaya yang diberikan Dito adalah 10 N, Budi sebesar 20 N, dan Arto sebesar 15N, berapakah besar usaha yang telah mereka lakukan?

Penyelesaian:

Diketahui : $s = 5$ m ; $F_1 = 10$ N ; $F_2 = 20$ N ; $F_3 = 15$ N.
Ditanya : W

Jawab:

Usaha dikerjakan oleh tiga orang, maka:

$\Sigma F = F_1 + F_2 + F_3 = (10 + 20 + 15)$ N = 45 N

sehingga $W = \Sigma Fs$ = 45 N · 5 m = 225 N/m = 225 J

Jadi, usaha yang dilakukan oleh Dito, Budi, dan Arto untuk menggeser meja adalah sebesar 225 N.

Menguji Diri

Dengan gaya sebesar 20 N seorang anak dapat melempar bola yang ada digenggamannya sejauh 10 m. Berapakah besar usaha yang dikeluarkan anak tersebut untuk melemparkan bolanya?

B. Energi

Tentunya kamu tak asing lagi dengan kata energi. Energi atau lebih umum disebut tenaga adalah kemampuan untuk melakukan suatu usaha. Energi merupakan besaran turunan dengan satuan Joule (J) sama dengan satuan usaha. Energi merupakan sesuatu yang tidak dapat diciptakan dan dimusnahkan oleh manusia. Energi hanya dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk yang lainnya. Terdapat suatu hukum yang menguatkan pernyataan di atas dan dikenal dengan **Hukum Kekekalan Energi**. Bunyi dari hukum ini adalah: *"Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, energi hanya dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk lain"*.

Info

Hukum kekekalan energi: "Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, energi hanya dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk lain."

Adapun bentuk-bentuk energi adalah sebagai berikut:

1. Energi Mekanik

Energi mekanik adalah energi yang berkaitan dengan gerak atau kemampuan untuk bergerak. Berdasarkan sebabnya, energi mekanik digolongkan menjadi dua jenis, yaitu energi kinetik dan energi potensial. Besarnya energi mekanik adalah penjumlahan antara energi kinetik dan energi potensial. Dirumuskan:

$$E_m = E_k + E_p$$

dengan:
E_m = energi mekanik
E_k = energi kinetik
E_p = energi potensial

a. Energi Kinetik

Energi kinetik adalah energi yang dimiliki benda karena geraknya atau kelajuannya. Untuk menunjukkan adanya energi kinetik, cobalah gerakkan kedua tanganmu dengan cara menggosokkan telapak tangan satu sama lain. Apa yang kamu rasakan? Saat menggosok-gosokkan kedua telapak tangan, kamu akan merasakan hangat pada bagian itu. Makin cepat gerakan tangan, makin panas suhu tangan

yang kamu rasakan. Peristiwa ini menunjukkan bahwa besarnya energi kinetik bergantung pada kecepatan gerak yang dilakukan. Selain itu, energi kinetik pun bergantung pada massa benda. Makin besar massa benda, makin besar pula energi kinetik yang dihasilkan. Berdasarkan hubungan ini, energi kinetik dapat dirumuskan sebagai:

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2$$

dengan: E_k = energi kinetik (Joule, J)
m = massa benda (kg)
v = kecepatan gerak benda (m/s)

b. Energi Potensial

Energi potensial adalah energi yang dimiliki benda karena posisinya. Energi potensial bergantung pada massa benda, percepatan gravitasi tempat benda berada, dan tentunya adalah ketinggian posisi (tempat) benda tersebut berada. Secara matematis hubungan ini dapat ditulis sebagai:

$$E_p = mgh$$

dengan: E_p = energi potensial (Joule, J)
m = massa benda (kg)
g = percepatan gravitasi (m/s^2)
h = ketinggian benda dari acuan (m)

Selain karena gravitasi, energi potensial juga dapat disebabkan oleh pegas yang diregangkan atau ditekan. Jika gerak yang terjadi pada benda berupa gerak vertikal (benda jatuh/dilempar vertikal ke atas), maka berlaku hubungan sebagai berikut:

1) Pada saat benda belum dijatuhkan/posisinya berada pada ketinggian maksimal, maka energi kinetik benda tersebut sama dengan nol. Sehingga:

$$E_\text{m} = E_\text{p}$$

2) Pada saat benda berada di tengah-tengah lintasan yang vertikal, maka besar energi potensial benda sama dengan besar energi kinetiknya. Sehingga:

$$E_\text{k} = E_\text{p}$$

3) Pada saat benda tepat menyentuh permukaan tanah/ sesaat sebelum dilempar, maka energi potensialnya sama dengan nol. Sehingga:

$$E_\text{m} = E_\text{k}$$

Sahabatku, Ilmuwan

James Prescott Joule (1818-1889) adalah seorang ahli fisika dari Inggris. Ia dilahirkan di Salford, Lancashire, Inggris. Sebagai salah satu fisikawan yang terkemuka pada masanya, Joule terkenal dengan risetnya di bidang listrik dan termodinamika. Selama penyelidikannya terhadap emisi panas yang dipancarkan dalam suatu sirkuit listrik, ia merumuskan suatu hukum yang sekarang dikenal sebagai Hukum Joule. Menurut Hukum Joule, jumlah panas yang dihasilkan dalam setiap detik dalam suatu konduktor oleh arus listrik sebanding dengan nilai hambatan konduktor dan kuadrat arus listrik. Percobaan Joule membuktikan

hukum kekekalan energi dalam studinya tentang perubahan energi mekanik menjadi energi panas.

Contoh:

1. Sebuah mobil mainan dengan massa 2 kg melaju dengan kecepatan 6 m/s. Berapakah energi kinetik yang dimiliki mobil itu?

Penyelesaian:

Diketahui:
m = 2 kg
v = 6 m/s

Ditanya: Ek

Jawab:

$$Ek = \frac{1}{2} mv^2$$
$$= \frac{1}{2} \cdot (2\text{ kg}) \cdot (6\text{ m/s})^2$$
$$= 36\text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2 = 36\text{ J}$$

Jadi, energi kinetik yang dimiliki mobil mainan adalah 26 J.

2. Sebuah benda yang memiliki massa 500 gram dijatuhkan dari ketinggian 2 m. Tentukanlah besar energi potensial dan energi mekanik pada saat benda hendak dijatuhkan!

Penyelesaian:

Diketahui : m = 500 gram = 0,5 kg ; h = 2 m ; g = 10 m/s².
Ditanya: E_p dan E_m saat benda hendak dijatuhkan.

Jawab:

$E_p = mgh = (0{,}5\text{ kg}) \cdot (10\text{ m/s}^2) \cdot (2\text{ m}) = 10\text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2 = 10\text{ J}$
$E_m = E_p = 10\text{ J}$

Jadi, pada saat benda hendak dijatuhkan, energi potensial = energi mekanik, yaitu 10 J.

Menguji Diri

Sebuah peluru ditembakkan vertikal dengan kecepatan 1 m/s. Jika diketahui massa peluru itu adalah 10 g, hitunglah energi kinetik, energi potensial, dan energi mekanik peluru pada saat:

a. peluru hendak ditembakkan
b. peluru berada pada ketinggian 5 m di atas posisi awal
c. peluru mencapai ketinggian maksimal

2. Energi Kimia

Energi kimia adalah kemampuan usaha yang terdapat di dalam bahan-bahan makanan yang biasa dikonsumsi, seperti nasi, ikan, telur, dan susu, juga dalam bahan bakar, seperti kayu arang, batubara, minyak, dan gas alam.

3. Energi Panas

Energi panas yang lebih dikenal dengan sebutan kalor adalah energi yang dihasilkan oleh gerak internal partikel-partikel dalam suatu zat.

4. Energi Listrik

Energi listrik adalah energi yang disebabkan oleh adanya arus listrik (muatan listrik yang mengalir). Energi listrik sangat dekat dengan kehidupan manusia karena sangat dibutuhkan untuk mempermudah segala aktivitas kehidupan. Penggunaan energi listrik di antaranya untuk penerangan di malam hari dan mengoperasikan alat-alat elektronik dan alat komunikasi.

5. Energi Cahaya

Energi cahaya adalah energi yang dihasilkan oleh gelombang elektromagnet. Energi cahaya alami dan terbesar adalah energi cahaya yang berasal dari matahari.

Perubahan yang dapat terjadi pada bentuk-bentuk energi di atas di antaranya:

a) Perubahan energi listrik menjadi energi cahaya, misalnya pada lampu.
b) Perubahan energi listrik menjadi energi mekanik, misalnya bor listrik.
c) Perubahan energi mekanik menjadi energi listrik, misalnya turbin/generator.
d) Perubahan energi kimia menjadi energi mekanik, misalnya pada akumulator.
e) Perubahan energi listrik menjadi energi panas, misalnya pada setrika.

Pikirkanlah!

Apa saja manfaat dari energi panas bagi kehidupan manusia? Sebutkan sumber-sumber energi panas!

C. Daya

Pernahkah kamu mengamati kemasan sebuah bola lampu? Jika kamu baca tulisan yang tertera pada kemasan lampu itu, kamu akan menemukan sebuah bilangan yang menunjukkan besarnya daya dari lampu tersebut.

Info

Daya adalah laju dalam suatu usaha atau perubahan laju energi dari satu bentuk ke bentuk lain.

Daya didefinisikan sebagai laju dalam suatu usaha. Karena usaha terjadi seiring dengan perubahan energi, maka daya juga didefinisikan sebagai perubahan laju energi dari satu bentuk ke bentuk lain. Berdasarkan definisi ini, satuan daya adalah J/s. Sebagaimana yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari, dalam SI satuan daya dikenal dengan istilah watt, disimbolkan W. Secara matematis, definisi ini dapat ditulis sebagai berikut:

$$P = \frac{W}{t}$$

dengan: P = daya (watt, W)
W = usaha (Joule, J)
t = selang waktu (sekon, s)

karena $W = Fs$ dan $s = vt$ maka persamaan di atas dapat diturunkan menjadi:

$$P = F\,v$$

dengan: P = daya (watt, W)
F = gaya (Neton, N)
v = kecepatan (m/s)

Contoh:

1. Sebuah mobil yang mogok didorong oleh beberapa orang dengan gaya sebesar 100 N. Jika mobil tersebut berpindah sejauh 4 meter dalam waktu 20 detik, berapakah daya dari pendorong tersebut?

Penyelesaian:
Diketahui: F = 100 N ; t =20 s ; s = 4 m
Ditanya: P ?
Jawab:
$W = Fs = 100 \text{ N} \times 4 \text{ m} = 400 \text{ J}$
$P = \frac{W}{t} = \frac{400\text{J}}{20\text{s}} = 20 \text{ J/s} = 20 \text{ watt}$
Jadi, daya pendorong itu adalah 20 watt.

2. Sebuah benda yang ditarik dengan gaya 5 N bergerak dengan kecepatan 2 m/s. Hitunglah daya benda tersebut.

Penyelesaian:
Diketahui: F = 5 N ; v = 2 m/s
Ditanya: P

Jawab:
$P = Fv = (5\ \text{N})\cdot(2\ \text{m/s}) = 10\ \text{N}\cdot\text{m/s} = 10$ watt.
Jadi, daya benda tersebut adalah 10 watt.

Menguji Diri

Sebuah benda yang diberi gaya sebesar 6 N selama 5 menit mengalami perpindahan sejauh 15 m, tentukanlah:

a. usaha yang dilakukan benda
b. daya benda

D. Pesawat Sederhana

Jika kamu kesulitan menaikkan benda pada ketinggian tertentu, dengan cerdas kamu akan berpikir untuk menggunakan alat berupa bidang miring untuk mempermudah kerjamu. Alat-alat yang dapat membantu manusia melakukan suatu usaha disebut pesawat sederhana. Secara garis besar, pesawat sederhana terdiri atas kelompok tuas, katrol, bidang miring, dan roda bergerigi.

Pikirkanlah

Mengapa pesawat sederhana dapat membantu kita dalam melakukan suatu usaha? Jelaskan dan berikan contohnya!

1. Tuas

Tuas atau pengungkit adalah sebuah batang yang dapat diputar di sekitar titik tumpu. Jika ujung tuas yang satu diungkit ke bawah, maka ujung yang lain akan memberikan dorongan ke atas. Tuas berfungsi sebagai alat pembesar gaya sehingga keuntungan menggunakan tuas adalah gaya yang dihasilkan lebih besar daripada gaya yang dikeluarkan. Besarnya gaya yang dihasilkan bergantung pada panjang lengan gaya dan panjang lengan beban. Makin besar perbandingannya, makin besar pula gaya ungkit yang dihasilkan. Perbandingan beban yang diangkat dan kuasa yang dilakukan disebut keuntungan mekanis, dirumuskan sebagai berikut:

$$KM = \frac{w}{F} = \frac{l_k}{l_b}$$

dengan:
KM = keuntungan mekanis
w = beban
F = kuasa
l_k = lengan kuasa
l_b = lengan beban

Sumber: Image bank

Gambar 13.2
Tuas kelas pertama

Sumber: Image bank

Gambar 13.3
Tuas kelas kedua

Sumber: Image bank

Gambar 13.4
Tuas kelas ketiga

Jenis-jenis tuas terbagi ke dalam tiga kelas, yaitu tuas kelas pertama, tuas kelas kedua, tuas kelas ketiga. Pada tuas kelas satu, titik tumpu selalu berada di antara kuasa dan beban. Makin dekat jarak titik tumpu ke beban, maka keuntungan mekanis yang diperoleh akan makin besar. Peralatan yang termasuk pada tuas kelas pertama adalah gunting, tang, dan pembuka kaleng.

Pada tuas kelas kedua, kuasa dan beban berada pada sisi yang sama dari titik tumpu. Atau dapat dikatakan bahwa beban berada antara titik tumpu dan kuasa. Keuntungan mekanis akan lebih besar diperoleh jika letak titik tumpu sangat dekat dengan beban. Contoh tuas kelas dua adalah pencabut paku, pembuka botol, dan stapler. Sedangkan, pada tuas ketiga, letak kuasa berada di antara beban dan titik tumpu. Tuas kelas tiga tidak memiliki fungsi selayaknya tuas pada umumnya. Tuas kelas tiga berfungsi untuk memperbesar perpindahan. Salah satu contoh tuas kelas tiga adalah kuas.

Contoh:

Sebuah batu yang beratnya 500 N dipindahkan menggunakan sebuah tuas dengan gaya sebesar 200 N. Bila lengan kuasa 50 cm, hitunglah:

a. jarak antara beban ke titik tumpu tuas
b. keuntungan mekanis yang diperoleh

Penyelesaian:

Diketahui: w = 500 N; F = 200 N; l_k = 50 cm = 0,5 m
Ditanya: (a) l_k ; (b) k_m

Jawab:

a. jarak antara beban dengan titik tumpu tuas (l_k):

$$\frac{w}{F} = \frac{l_k}{l_b} \rightarrow l_k = \frac{w \cdot l_b}{F} \rightarrow l_k = \frac{500 \text{ N} \times 0{,}5 \text{ m}}{200 \text{ N}} = 1{,}25 \text{ m}$$

Jadi, jarak antara beban dengan titik tumpu tuas adalah 1,25 m.

b. Keuntungan mekanis yang diperoleh:

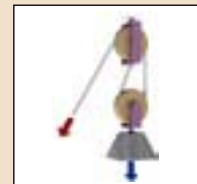
$$\text{KM} = \frac{w}{F} = \frac{500 \text{ N}}{200 \text{ N}} = \frac{5}{2} = 2{,}5$$

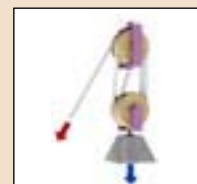
Jadi, keuntungan mekanis yang diperoleh adalah 2,5.

Menguji Diri

Sebuah benda diangkat dengan gaya 15 N menggunakan tuas. Jika panjang lengan beban 100 cm dan panjang lengan kuas adalah 20 cm, tentukanlah keuntungan mekanis dan berat benda yang diangkat tuas!

Katrol tunggal tetap, KM = 1

Katrol tunggal bebas, KM = 2

Katrol ganda dengan tarikan ke bawah KM = 2, dihitung dari jumlah tali dikurang 1

Katrol ganda dengan tarikan ke atas, KM = 3 (jumlah tali)

KM dihitung dengan cara yang sama dengan sistem katrol ganda

Sumber: *wikipedia*

Gambar 13.5
Sistem katrol

2. Katrol

Sebelum air diperoleh melalui pengolahan Perusahaan Air Minum, hampir semua orang memperoleh air dari sumber mata air yang disebut sumur. Bahkan, sampai sekarang di beberapa desa, sumur masih mudah dijumpai. Untuk mempermudah pengambilan air dari dalam sumur, digunakanlah alat yang termasuk jenis pesawat sederhana, yaitu katrol.

Prinsip kerja katrol adalah mengubah arah gaya sehingga kerja yang dilakukan menjadi lebih mudah. Berdasarkan jumlah katrol yang digunakan, pesawat sederhana dibedakan menjadi sistem katrol tunggal, sistem katrol ganda, dan sistem katrol banyak (takal). Selain itu, sistem katrol juga dapat dibedakan berdasarkan geraknya, yaitu katrol tetap dan katrol bebas. Pada sistem katrol tetap, katrol tidak dapat begerak naik turun, tetapi hanya berputar pada porosnya. Sedangkan, pada sistem katrol bebas, selain berputar pada porosnya katrol pun dapat bergerak naik turun.

Contoh:

Sebuah katrol sistem banyak memiliki tiga buah tali. Katrol ini digunakan oleh para tukang bangunan untuk menaikkan bahan yang akan digunakan di lantai atas. Jika beban yang diangkat beratnya 900 N, tentukanlah:

a. keuntungan mekanis yang diperoleh
b. kuasa yang diperlukan

Penyelesaian:
Diketahui: ω = 900 N ; banyak tali = 3 ditarik dari atas
Ditanya: (a) *KM* ; (b) *F*

Jawab :

a. Karena katrol ditarik dari bawah, maka katrol tersebut memiliki tarikan ke bawah, sehingga *KM* = banyaknya tali = 3 – 1 = 2

b. Kuasa yang diperlukan:

$$KM = \frac{w}{F} \rightarrow F = \frac{w}{KM} = \frac{900 \text{ N}}{2} = 450 \text{ N}$$

Jadi, keuntungan mekanis katrol adalah 2 dan kuasa yang diperlukannya 450 N.

Menguji Diri

Sebuah katrol sistem banyak dengan tarikan ke atas memiliki tali sebanyak 4 buah. Jika gaya yang dilakukan seseorang untuk menarik sebuah benda adalah 90 N, tentukan berat benda yang diturunkan dan keuntungan mekanis katrol!

3. Bidang Miring

Telah disebutkan di awal pembahasan tentang contoh penerapan bidang miring sebagai pesawat sederhana. Dengan menggunakan pesawat sederhana, gaya yang dikeluarkan untuk menaikkan suatu benda akan lebih kecil dibanding dengan menaikkannya secara langsung. Namun demikian, jarak yang ditempuh benda dalam bidang miring akan lebih jauh dibanding jarak yang ditempuhnya jika dinaikkan langsung.

Gambar 13.6
Jarak yang ditempuh benda jika dinaikkan dalam bidang miring akan lebih jauh

Perbandingan panjang bidang miring dengan tinggi benda setelah dinaikkan disebut keuntungan mekanis, secara matematis dapat ditulis,

$$KM = \frac{w}{F} = \frac{l}{h}$$

dengan: KM = keuntungan mekanis
w = berat beban (N)
F = gaya yang diberikan (N)
l = panjang lintasan bidang miring (m)
h = tinggi bidang miring (m)

Contoh:

Seorang pedagang akan menaikkan barang yang baru saja dibelinya menuju ketinggian 1,5 m dari tanah. Untuk mempermudah memindahkan barang seberat 900 N itu, ia menggunakan bidang miring licin sepanjang 4,5 m. Hitunglah gaya dorong minimum yang diperlukan untuk menaikkan barang tersebut.

Penyelesaian:

Diketahui : l = 4,5 m ; w = 900 N ; h = 1,5 m

Ditanya : F

Jawab:

$$\frac{w}{F} = \frac{l}{h} \rightarrow \text{F} = \frac{w\,h}{l} \rightarrow \text{F} = \frac{900\text{N} \times 1{,}5\text{m}}{4{,}5\text{m}} = 300 \text{ N}$$

Jadi, gaya dorong minimum yang diperlukan untuk menaikkan benda adalah 300 N.

Menguji Diri

Sebuah benda akan dinaikkan ke suatu tempat yang tingginya 2,5 m dari lantai menggunakan benda miring. Jika keuntungan mekanis yang diharapkan adalah 3, tentukanlah panjang bidang miring yang diperlukan dan berat benda yang dinaikkan jika gaya dorong minimal yang harus diberikan adalah 1300 N.

Penjelasan yang diuraikan di atas memberikan contoh sebuah bidang miring yang diam. Pada kenyataannya, terdapat bidang miring yang merupakan pesawat sederhana yang dapat bergerak, yaitu baji dan sekrup.

a. Baji

Apakah kamu pernah mendengar alat yang disebut baji? Jika belum, mungkin kamu bisa membayangkan alat-alat yang digunakan tukang kayu bakar untuk memotong-motong kayu di hutan.

Baji adalah pesawat sederhana yang menggunakan dua bidang miring yang disatukan. Baji biasa digunakan untuk membelah suatu bidang, salah satunya kayu. Pada baji, bidang yang hendak dibelah diam, sementara bidang miringnya digerakkan naik-turun. Alat yang mudah ditemukan yang merupakan jenis baji adalah kampak, pisau, dan pahat.

Sumber: Image bank

Gambar 13.7
Jenis-jenis baji

b. Sekrup

Sumber: google.co.id

Gambar 13.8
Sekrup

Sekrup adalah pesawat sederhana yang dibentuk dari bidang miring yang dililitkan mengitari sebuah batang atau silinder sebagai pusatnya sehingga terlihat sebagai spiral. Sekrup dapat digunakan untuk mengikat atau merekatkan dua buah benda.

Ketika kita akan mengaitkan dua buah papan kayu, alat yang bisa digunakan adalah paku yang ditancapkan dengan palu atau sekrup yang ditancapkan menggunakan tuas (obeng). Gaya yang dibutuhkan untuk menancapkan paku pada kayu lebih besar daripada gaya yang dibutuhkan untuk menancapkan sekrup pada kayu. Hal ini menunjukkan bahwa prinsip kerja sekrup sebagai pesawat sederhana adalah mempermudah usaha manusia karena dengan usaha yang sedikit dapat menghasilkan gaya yang lebih besar.

4. Roda Bergerigi

Sumber: google.co.id

Gambar 13.9
Gir

Gir adalah roda bergerigi yang termasuk jenis pesawat sederhana. Roda bergerigi adalah pesawat sederhana yang memiliki sisi bergerigi. Roda bergerigi besar menghasilkan gaya yang lebih besar sehingga kuasa yang diperlukan lebih kecil. Tetapi, kondisi ini harus diimbangi dengan kecepatan putar yang lambat. Sebaliknya, roda bergerigi kecil akan memberikan kecepatan putar yang tinggi, tetapi gaya yang dihasilkan relatif kecil sehingga harus diimbangi dengan kuasa yang besar. Jika kamu pernah memperhatikan mesin pada jam, maka kamu telah melihat penerapan dan pemanfaatan roda bergerigi yang ternyata sangat dekat denganmu dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, roda bergerigi juga dapat kamu temukan pada sepeda yang biasa kamu gunakan untuk bermain atau sebagai alat transportasi ke sekolahmu.

Aktivitas Siswa

Bentuklah kelompok terdiri atas 4 - 5 orang. Carilah contoh-contoh pesawat sederhana. Kemudian, peragakan di depan kelas bagaimana cara menggunakannya. Setelah itu, berilah penjelasan di mana letak beban, titik tumpu, dan titik kuasa pada alat-alat tersebut.
Manfaat apa yang kamu peroleh dari kegiatan tadi?

Kilasan Materi

- Usaha didefinisikan sebagai hasil kali antara gaya dan perpindahan benda, yang secara matematis dapat dirumuskan sebagai:

$$W = F\,s$$

- Energi adalah kemampuan untuk melakukan suatu usaha.
- Bunyi dari hukum kekekalan energi adalah:
  "Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, energi hanya dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk lain".
- Bentuk-bentuk energi adalah energi mekanik, energi kimia, energi panas atau kalor, energi listrik, dan energi cahaya.
- Energi mekanik adalah energi yang berkaitan dengan gerak atau kemampuan untuk bergerak, yang secara matematis dirumuskan sebagai:

$$E_m = E_k + E_p$$

- Energi kinetik adalah energi yang dimiliki benda karena geraknya atau kelajuannya, yang secara matematis dirumuskan sebagai:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

- Energi potensial adalah energi yang dimiliki benda karena posisinya, yang secara matematis dirumuskan sebagai:

$$Ep = m\,g\,h$$

- Daya didefinisikan sebagai laju dalam suatu usaha, yang secara matematis dapat dirumuskan sebagai:

$$P = \frac{W}{t}$$

- Tuas atau pengungkit adalah sebuah batang yang dapat diputar di sekitar titik tumpu.
- Prinsip kerja katrol adalah mengubah arah gaya sehingga kerja yang dilakukan menjadi lebih mudah.
- Baji adalah pesawat sederhana yang menggunakan dua bidang miring yang disatukan.
- Sekrup adalah pesawat sederhana yang dibentuk dari bidang miring yang dililitkan mengintari sebuah batang atau silinder sebagai pusatnya sehingga terlihat sebagai spiral.

Refleksi

Setelah kamu mempelajari tentang usaha dan energi, coba kamu jelaskan kembali prinsip usaha dan energi! Bagian mana yang belum kamu mengerti? Diskusikanlah bersama guru dan teman-temanmu! Manfaat apa yang kamu peroleh setelah mempelajarinya?

Uji Kemampuan

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Di antara dua besaran berikut, yang memiliki satuan yang sama adalah ....
   a. daya dan gaya
   b. usaha dan daya
   c. energi dan gaya
   d. usaha dan energi

2. Perubahan energi yang terjadi pada kipas angin adalah ....
   a. energi listrik menjadi energi mekanik
   b. energi listrik menjadi energi panas
   c. energi panas menjadi energi listrik
   d. energi mekanik menjadi energi listrik

3. Besaran daya dalam SI adalah ....
   a. Joule
   b. Newton
   c. Watt
   d. Volt

4. Pernyataan berikut yang salah adalah ....
   a. usaha sebanding dengan daya
   b. waktu pemakaian sebanding dengan daya
   c. gaya benda sebanding dengan gaya
   d. kecepatan gerak benda sebanding dengan daya

5. Kelompok tuas yang berfungsi untuk memperbesar perpindahan adalah ....
   a. tuas kelas satu
   b. tuas kelas satu dan kelas tiga
   c. tuas kelas dua dan kelas tiga
   d. tuas kelas tiga

6. Katrol berikut yang memberikan keuntungan paling tinggi adalah ....
   a. katrol tunggal tetap
   b. katrol tunggal bebas
   c. katrol ganda dengan tarikan ke bawah
   d. katrol ganda dengan tarikan ke atas

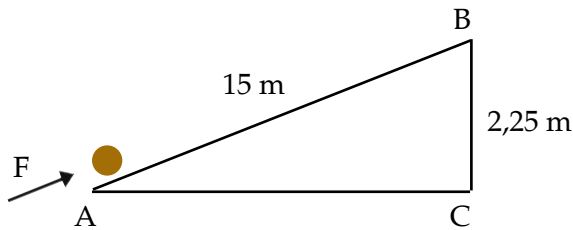
7. Alat yang merupakan kelompok tuas kelas satu adalah ....
   a. pembuka kaleng
   b. sapu
   c. pembuka tutup botol
   d. pencabut paku

8. Kampak merupakan jenis pesawat sederhana, termasuk kelompok ....
   a. tuas
   b. katrol
   c. bidang miring
   d. roda bergerigi

9. Jika sebuah benda dijatuhkan dari ketinggian tertentu, maka energi kinetik benda itu akan bernilai nol pada ....
   a. sesaat sebelum dilemparkan
   b. berada di tengah-tengah lintasan
   c. telah menempuh 2/3 lintasan
   d. sesaat sebelum menyentuh tanah

10. Sebuah lampu 10 watt menyala selama 1440 menit. Energi yang dimiliki lampu tersebut adalah ....
    a. 14400 Joule
    b. 8640 Joule
    c. 1440 Joule
    d. 864 Joule

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!

1. Saat sebuah kelapa sedang jatuh, energi apakah yang berkurang? Jelaskan perubahan energi yang terjadi saat itu!
2. Jelaskan perbedaan dan keuntungan menggunakan tuas kelas satu, dua, dan tiga, serta berikan contoh-contoh penggunaannya dalam kehidupan sehari-hari!
3. Waktu yang diperlukan Dian untuk menempuh jarak s adalah 9 menit. Jika jarak tersebut ditempuh Dani dalam waktu 6 menit dan usaha yang mereka lakukan dianggap sama, hitunglah perbandingan daya yang dimiliki Dian dengan Dani!
4.

   Seseorang mendorong benda seperti pada gambar di atas. Jika benda tersebut massanya 20 kg dan g = 10 m/s^2, tentukanlah:
   a. keuntungan mekanis bidang miring tersebut
   b. gaya yang diperlukan untuk mendorong benda tersebut
   c. usaha yang dikeluarkan untuk mendorong benda tersebut
5. Sebuah benda dengan berat 1800 N akan dinaikkan ke ketinggian 2,5 m. Jika keuntungan mekanis yang diharapkan adalah 6, tentukanlah:
   a. jarak yang ditempuh benda pada bidang miring
   b. kuasa yang diperlukan untuk mendorong benda tersebut

Ruang Berpikir

1. Jelaskan bahwa energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan, energi hanya dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk lain! Berikan contohnya!
2. Menurutmu, apa sajakah manfaat dari adanya pesawat sederhana bagi kehidupanmu!
3. Jelaskan hubungan antara usaha, energi, dan daya! Berikan contoh keterkaitan antara usaha, energi, dan daya dalam kehidupan sehari-hari! Diskusikan bersama teman sekelompokmu!

Bab

14 Tekanan

Sumber: image.google.com

Gambar 14.1
Kapal laut terapung di lautan

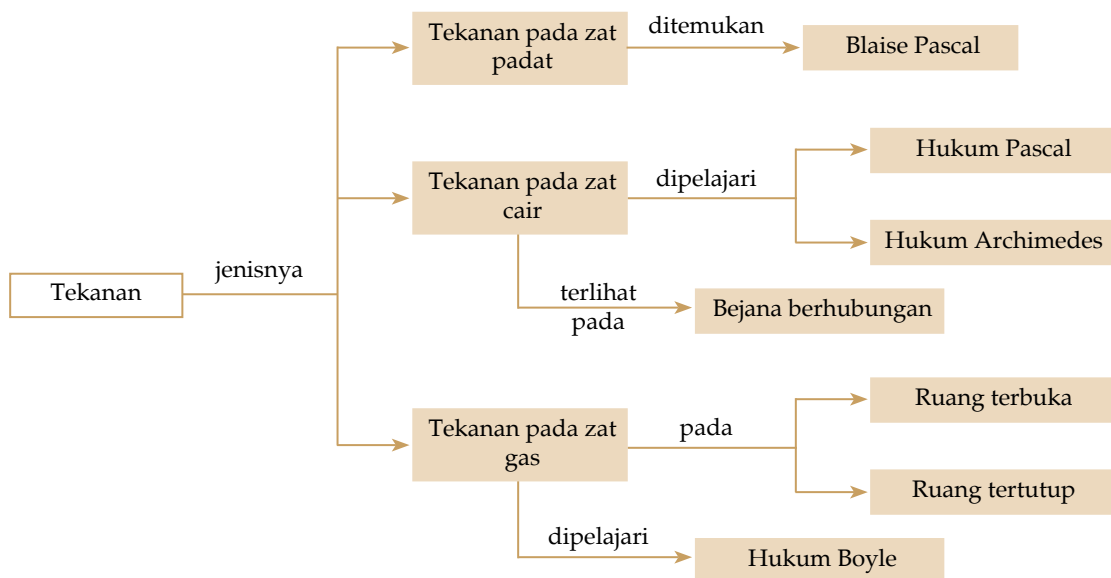
Kapal laut dapat terapung di atas lautan. Oleh karena itu, kapal laut dijadikan sebagai salah satu alat transportasi. Apa yang menyebabkan kapal laut terapung di lautan? Teori apa yang menjelaskan hal ini? Bagaimana kaitannya dengan teori-teori tentang IPA yang lainnya? Ayo temukan jawabannya dalam bab ini.

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kamu dapat mendeskripsikan prinsip tekanan pada zat padat, cair, dan gas, serta menjelaskan prinsip Hukum Pascal, Hukum Archimedes, Hukum Boyle, dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

Peta Konsep

A. Tekanan pada Zat Padat

Info

Tekanan adalah besarnya gaya per satuan luas permukaan tempat gaya itu bekerja.

Tekanan pada zat padat merupakan ilustrasi yang nyata untuk dapat memahami pengertian tekanan. Jika kamu main atau berada di desa dan melihat hamparan sawah yang luas, kamu akan melihat tanah-tanah lumpur yang lembek. Di sekitar tempat itu pula akan mudah dijumpai bebek-bebek dan ayam yang berkeliaran dengan bebasnya. Sesekali bebek-bebek dan ayam-ayam itu berjalan dalam kelompoknya di tanah, sesekali mereka berjalan di lumpur. Jika kamu amati lebih lanjut jejak bebek-bebek dan ayam-ayam itu pada lumpur, kamu akan melihat bahwa kedalaman jejak antara kaki ayam dan kaki bebek yang memiliki ukuran relatif sama, akan berbeda. Kedalaman jejak yang ditimbulkan menunjukkan adanya tekanan yang diberikan oleh berat kedua hewan ini terhadap lumpur yang diinjaknya. Lalu, mengapa kedalaman jejak kaki bebek dan ayam yang ukurannya relatif sama memiliki kedalaman yang berbeda? Untuk menjawab hal ini, coba kamu ingat dan perhatikan kembali permukaan kaki ayam dan kaki bebek, lalu bandingkan. Permukaan kaki bebek memiliki selaput yang berfungsi untuk membantu bebek ketika berenang, sedangkan kaki ayam tidak memiliki selaput tersebut. Jika kita bandingkan, maka dapat dikatakan bahwa kaki bebek memiliki luas permukaan yang lebih besar dari kaki ayam. Hal inilah yang menyebabkan kedalaman jejak itu berbeda.

Selain tekanan, uraian di atas menyebutkan besaran lain, yaitu luas permukaan dan berat. Dari dua besaran inilah kita dapat membuat definisi tentang tekanan yang tentunya sesuai dengan ilustrasi di atas. Tekanan didefinisikan sebagai besarnya gaya per satuan luas permukaan tempat gaya itu bekerja. Tekanan merupakan besaran skalar karena tidak memiliki arah tertentu. Tekanan dinotasikan dengan huruf P. Definisi tekanan ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$P = \frac{F}{A}$$

dengan: P = tekanan (N/m^2 atau Pascal)
F = gaya (N)
A = luas permukaan (m^2)

Definisi ini pertama kali ditemukan oleh **Blaise Pascal**. Untuk menghargainya, satuan tekanan dalam sistem internasional, yaitu N/m^2 disebut juga Pascal.

Dari rumusan tersebut, dapat diketahui bahwa:

1) Makin besar gaya tekan yang diberikan, makin besar tekanan yang dihasilkan.
2) Makin kecil luas permukaan bidang tekan, makin besar tekanan yang dihasilkan.

Contoh:

Seorang anak yang sedang belajar berjalan memiliki berat 100 N. Ia melangkah jingjit dengan luas ujung telapak kaki yang menekan permukaan tanah adalah 50 cm^2. Berapakah tekanan yang dilakukan anak itu terhadap tanah?

Penyelesaian:

Diketahui: F = 100 N
A = 50 cm^2 = 0,005 m^2

Ditanya: P

Jawab:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{100}{0{,}05} = 20.000 \text{ N/m}^2$$

Jadi, tekanan yang diberikan oleh anak itu terhadap tanah adalah 20.000 Pa.

Menguji Diri

Sebuah drum minyak tanah memiliki jari-jari alas 35 cm dan tinggi 100 cm. Jika massa drum itu adalah 100 kg, hitunglah tekanan maksimum drum tersebut terhadap tanah! (percepatan gravitasi g = 10 N/kg)

B. Tekanan pada Zat Cair

Jika kamu amati kondisi air di danau dan di sungai, kamu dapat melihat bahwa air di danau akan lebih tenang dibandingkan air di sungai. Mengapa demikian? Karena air di danau itu diam, sedangkan air di sungai akan terus mengalir. Air mengalir akibat adanya perbedaan tekanan sehingga dapat dikatakan bahwa air sungai memiliki tekanan. Lalu, apakah air danau yang diam dapat dikatakan tidak memiliki tekanan? Ternyata, tidak demikian. Air yang diam pun memiliki tekanan yang disebabkan oleh zat cair yang berada pada kedalaman tertentu, disebut

dengan tekanan hidrostatis. Besarnya tekanan hidrostatis bergantung pada ketinggian zat cair, massa jenis zat cair, dan percepatan zat cair.

Untuk memahami hal ini, coba kamu perhatikan aliran air yang diberi tiga lubang bagian atas (A), tengah (B), dan bawah (C)! Pancaran air paling jauh ditunjukkan oleh lubang bawah (C), lalu tengah (B), kemudian atas (A). Hal ini menunjukkan bahwa tekanan pada lubang bawah (C) lebih besar daripada tekanan pada lubang tengah (B) dan lubang atas (A). ($P_C > P_B > P_A$).

Dari konsep ini, diperoleh rumus:

$$P = \rho g h$$

dengan: P = tekanan hidrostatis (N/m^2 atau Pa)
ρ = massa jenis zat cair (kg/m^3)
g = percepatan gravitasi bumi (9,8 m/s^2)
h = tinggi zat cair di atas titik yang diukur (m)

Bagi para penyelam, tekanan hidrostatis ini harus diperhatikan agar mereka tidak mengalami kerusakan ketika menyelam, terutama pada bagian telinga dan mata.

Gambar 14.2
Pancaran air dalam tabung yang diberi tiga lubang

Pikirkanlah

Mengapa ketika kita berada di dalam air dengan kedalaman tertentu, kita merasakan seolah-olah ada yang mendorong kita ke atas? Jelaskan!

Contoh:

Sebuah bejana berbentuk tabung tingginya 100 cm diisi penuh oleh air. Tentukanlah tekanan zat cair pada:
a. dasar tabung
b. tengah-tengah tabung
c. ketinggian 25 cm dari alas bejana

Penyelesaian:

Diketahui: h = 100 cm = 1 m (tinggi bejana)
g = 10 m/s
ρ = 1000 kg/m^3

Ditanya: a. P pada dasar bejana
b. P pada tengah-tengah bejana
c. P pada ketinggian 25 cm dari alas bejana

Jawab:

a. Tekanan di dasar bejana disebabkan oleh zat cair setinggi bejana tersebut.
$P = \rho g h = (1000\ kg/m^3)\cdot(10\ m/s)\cdot(1\ m) = 10.000\ N/m^2$.
Jadi, tekanan zat cair pada dasar bejana adalah 10.000 N/m^2.

b. Tekanan pada tengah-tengah bejana adalah tekanan pada ketinggian 50 cm dari permukaan, berarti tinggi zat cair yang mempengaruhi adalah 50 cm = 0,5 m:

   $P = \rho gh = (1000\ kg/m^3) \cdot (10\ m/s) \cdot (0{,}5\ m) = 5.000\ N/m^2$

   Jadi, tekanan zat cair pada tengah-tengah bejana adalah 5.000 N/m^2

c. Tekanan pada ketinggian 25 cm dari alas bejana, berarti tinggi zat cair yang mempengaruhi adalah 1 m – 0,25 m = 0,75 m.

   $P = \rho gh = (1000\ kg/m^3) \cdot (10\ m/s) \cdot (0{,}75\ m) = 7.500\ N/m^2$.

   Jadi, tekanan zat cair pada ketinggian 25 cm dari alas bejana adalah 7.500 N/m^2.

Menguji Diri

Bagian berbentuk tabung pada sebuah botol tingginya 30 cm, diisi penuh oleh air. Tentukanlah:

a. tekanan pada dasar botol
b. tekanan pada ketinggian 10 cm dari dasar botol

1. Hukum Pascal

Perhatikan kembali contoh tabung yang dilubangi tadi! Jika kita menekan permukaan atasnya dengan kayu, apa yang akan terjadi? Ya, air yang keluar dari lubang-lubang tadi akan makin deras. Untuk lebih memahami kondisi ini, ikutilah kegiatan berikut!

Aktivitas Siswa

Lakukan aktivitas berikut secara berkelompok.

Tujuan:
Mempelajari Hukum Pascal

Alat dan Bahan:
Sebuah kantong plastik, air, dan jarum

Cara Kerja:
1. Isikan air pada kantong plastik yang telah kamu sediakan.
2. Buatlah beberapa lubang pada kantong plastik tersebut dengan menusukkan jarum secara perlahan.
3. Peraslah ujung kantong plastik yang kamu pegang dan perhatikan lubang-lubang telah kamu buat.

a. Apakah air memancar dari semua lubang?
b. Apakah pancaran air dari masing-masing lubang sama kuat?

4. Buatlah kesimpulan dari kegiatan tadi!

Gejala ini pertama kali diteliti oleh seorang ahli fisika, yaitu **Blaise Pascal** (1623-1662) hingga muncul hukum yang disebut Hukum Pascal. Hukum Pascal berbunyi: "*Apabila tekanan diberikan pada satu bagian zat cair dalam suatu ruangan tertutup, akan diteruskan oleh zat cair ke segala arah dengan sama besar*". Penerapan Hukum Pascal dalam keseharian banyak dimanfaatkan, terutama dalam bidang otomotif, di antaranya pada dongkrak hidrolik dan rem piringan hidrolik.

a. Dongkrak Hidrolik

Dongkrak hidrolik adalah alat yang digunakan untuk mengangkat mobil ketika mengganti ban mobil. Alat ini memanfaatkan dua buah silinder, yaitu silinder besar dan silinder kecil.

Ketika dongkrak ditekan, minyak pada silinder kecil akan tertekan dan mengalir menuju silinder besar. Tekanan pada silinder besar akan menimbulkan gaya sehingga dapat mengangkat benda/beban berat.

Jika kamu menekan silinder kecil dengan gaya F_1, maka tekanan yang dikerjakan adalah:

$$P_1 = \frac{F_1}{A_1}$$

Sesuai hukum Pascal, tekanan ini juga dialami oleh silinder besar sehingga berlaku:

$$P_2 = P_1 \rightarrow \frac{F_2}{A_2} = \frac{F_1}{A_1}$$

Contoh:

Sebuah dongkrak hidrolik memiliki dua silinder dengan diameter salah satu silinder berukuran 4 cm. Gaya yang diberikan pada silinder itu adalah 100 N. Jika gaya angkat pada silinder yang lain adalah 400 N, hitunglah diameter dari silinder tersebut!

Sahabatku, Ilmuwan

Blaise Pascal (1623-1662) adalah ahli filsafat, ahli matematika, dan ahli fisika dari Prancis yang merupakan salah satu pemikir besar dalam sejarah intelektual di negara-negara barat. Ia dilahirkan di Clermont-Ferrand pada 19 Juni 1623 dan tinggal bersama keluarganya di Paris pada 1629. Kontribusi ilmiahnya yang terpenting adalah asal usul tentang Hukum Pascal, yang menyatakan bahwa fluida atau zat cair memberikan tekanan yang sama ke segala arah.

Penyelesaian:

Diketahui: diameter silinder kecil (d_1) = 4 cm, maka jari-jarinya (r_1) = 2 cm, F_1 = 100 N, F_2 = 400 N

Ditanya: d_2

Jawab:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{A_1}{A_2} \Leftrightarrow \frac{F_1}{A_1} = \frac{\pi r_1^2}{\pi r_2^2} \Leftrightarrow r_2 = \sqrt{\frac{F_2 r_1^2}{F_1}}$$

$$r_2 = \sqrt{\frac{400 \text{ N} \times (2)^2}{100 \text{ N}}} = \sqrt{16 \text{ cm}^2} = 4 \text{ cm}$$

Jadi, diameter silinder yang lain pada dongkrak hidrolik tersebut adalah 8 cm.

Menguji Diri

Sebuah dongkrak hidrolik mempunyai dua silinder dengan jari-jarinya berturut-turut sebesar 6 cm dan 30 cm. Jika pada silinder kecil diberi beban 30 kg, maka piston pada silinder besar akan naik setinggi 15 cm. Tentukanlah penurunan yang terjadi pada permukaan silinder kecil pada piston tersebut!

b. Rem Piringan Hidrolik

Sumber: google.co.id

Gambar 14.3
Rem hidrolik

Pemanfaatan hukum Pascal juga diterapkan dalam rem (piringan) hidrolik. Rem ini menggunakan fluida minyak. Ketika kaki menginjak pedal rem, piston (pipa penghubung) akan menekan minyak yang ada di dalamnya. Tekanan ini diteruskan pada kedua piston keluaran yang berfungsi mengatur rem. Rem ini akan menjepit piringan logam yang akibatnya dapat menimbulkan gesekan pada piringan yang melawan arah gerak piringan sehingga putaran roda berhenti. Ketika piston pertama (A_1) ditekan, maka permukaan piston kedua (A_2) akan naik. Dari keadaan ini, berdasarkan hukum pascal dapat diperoleh hubungan volume minyak yang didesak sama dengan volume minyak yang naik. Jika volume minyak yang didesak (V_1) sama dengan A_1 h_1 dan volume minyak yang naik (V_2) sama dengan A_2 h_2, maka:

$$V_1 = V_2$$
$$A_1 h_1 = A_2 h_2$$
$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{h_1}{h_2}$$

dengan: h_1 = tinggi fluida pada piston pertama
h_2 = tinggi fluida pada piston kedua
A_1 = luas penampang piston pertama
A_2 = luas penampang piston kedua

Contoh:

Sebuah pompa hidrolik menggunakan dua buah silinder, yaitu silinder input dan silinder output yang diameternya masing-masing adalah 8 cm dan 24 cm.

a. Jika pada silinder input diterapkan gaya sebesar 5 N, berapakah gaya angkat pada silinder output?
b. Jika silinder outputnya ditekan, silinder input naik setinggi 12 cm. Hitunglah penurunan permukaan pada silinder output!

Penyelesaian:

Diketahui: Diameter silinder input (d_1= 8 cm): F_1 = 5N
Diameter silinder output (d_2 = 24 cm): h_1 = 10 cm

Ditanya : a. F_2
b. h_2

Jawab:

a. Ingat bahwa d = 2r, jadi r_1 = 4 cm dan r_2 = 12 cm, maka:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{A_1}{A_2} \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{\pi r_1^2}{\pi r_2^2} \quad \Leftrightarrow F_2 = \frac{F_1 r_2^2}{r_1^2}$$
$$\Leftrightarrow F_2 = \frac{5\text{N} \cdot (12 \text{ cm})^2}{(4 \text{ cm})^2}$$
$$\Leftrightarrow F_2 = 45 \text{ N}$$

Jadi, gaya angkat pada silinder output adalah 45 N.

b. Menghitung penurunan permukaan pada silinder output

$$h_2 = h_1 \times \frac{A_1}{A_2} \Rightarrow h_2 = \frac{h_1 r_1^2}{r_2^2} = \frac{10 \text{ cm} \cdot (4 \text{ cm})^2}{(12 \text{ cm})^2}$$
$$\Leftrightarrow h_2 = \frac{10 \text{ cm}^3}{9 \text{ cm}^2} = 1{,}11 \text{ cm}$$

Jadi, piston pada silinder output turun sejauh 1,11 cm.

Sahabatku, Ilmuwan

Archimedes (187-212 SM) adalah seorang penemu dan ahli matematika Yunani yang handal. Ia menulis sesuatu yang penting bagi perkembangan geometri, aritmatika, dan mekanika. Archimedes dilahirkan di Syracuse, Sicily, dan belajar di Alexandria, Mesir. Dalam mekanika, Archimedes menggambarkan prinsip pengungkit dan katrol campuran. Selama tinggal di Mesir, ia menemukan pompa hidrolik untuk mengangkat air dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi. Ia terkenal sebagai penemu hukum hidrostatika atau yang sering disebut Hukum Archimedes. Penemuan ini diperoleh oleh Archimedes ketika ia mandi. Pada saat masuk ke bak rendamnya, ia merasakan bahwa air di bak tersebut meluap.

Menguji Diri

Sebuah pompa hidrolik memiliki dua buah silinder yang jari-jarinya berturut-turut adalah 3 cm dan 5 cm. Jika ujung pompa pada silinder kecil ditekan hingga permukaan zat cairnya turun sejauh 50 cm, hitunglah kenaikan permukaan zat cair pada ujung silinder besar dari pompa hidrolik tersebut!

2. Hukum Archimedes

Pernahkah kamu berjalan di dalam air? Jika kamu pernah berjalan atau berlari di dalam air, kamu tentunya akan merasakan bahwa langkahmu lebih berat dibandingkan jika kamu melangkah di tempat biasa. Gejala ini disebabkan adanya tekanan dari zat cair. Ilmuwan pertama yang mengamati gejala ini adalah matematikawan berkebangsaan Yunani bernama **Archimedes** (187-212 SM). Pengamatan ini memunculkan sebuah hukum yang dikenal Hukum Archimedes, yaitu: *"Jika sebuah benda dicelupkan ke dalam zat cair, maka benda tersebut akan mendapat gaya yang disebut gaya apung sebesar berat zat cair yang dipindahkannya"*. Akibat adanya gaya apung, berat benda dalam zat cair akan berkurang. Benda yang diangkat dalam zat cair akan terasa lebih ringan dibandingkan diangkat di darat. Berat ini disebabkan berat semu dan dirumuskan sebagai berikut:

$$W_{\text{semu}} = W_{\text{benda}} - F_{\text{a}}$$

dengan:
W_{semu} = berat benda dalam zat cair (Kg·m/s^2)
W_{benda} = berat benda sebenarnya (Kg·m/s$_2$)
F_{a} = gaya apung (N)

dan besarnya gaya apung dirumuskan sebagai berikut:

$$F_{\text{a}} = \rho_{\text{cair}}\, V_{\text{b}}\, g$$

dengan:
ρ_{cair} = massa jenis zat cair (kg/m^3)
V_b = volume benda yang tercelup (m^3)
g = percepatan gravitasi (m/s^2)

a. Konsep Terapung, Melayang, dan Tenggelam

Jika kamu memasukkan batu dan kertas secara bersamaan ke dalam seember air, apa yang terjadi? Ya, kamu

akan melihat kertas di permukaan dan batu akan berada di dasar ember. Peristiwa ini dapat dijelaskan oleh konsep massa jenis benda yang telah dipelajari sebelumnya.

Massa jenis benda menentukan besar kecilnya gaya berat benda. Sedangkan, massa jenis zat cair menentukan besar kecilnya gaya Archimedes (gaya apung) zat tersebut. Jika gaya berat suatu benda lebih besar dari gaya Archimedes, maka benda akan tenggelam. Tetapi, jika gaya Archimedes yang lebih besar, maka benda akan terapung, dan benda akan melayang jika gaya berat benda sama dengan gaya archimedes. Dengan kata lain, dapat disebutkan bahwa:

1) Benda akan tenggelam jika $\rho_{\text{benda}} > \rho_{\text{zat cair}}$
2) Benda akan melayang jika $\rho_{\text{benda}} = \rho_{\text{zat cair}}$
3) Benda akan terapung jika $\rho_{\text{benda}} < \rho_{\text{zat cair}}$

b. Penerapan Hukum Archimedes

Berikut ini adalah beberapa contoh penerapan Hukum Archimedes dalam kehidupan sehari-hari.

1) Menentukan massa jenis benda

$$\rho_{benda} = \frac{m}{V_{benda}} = \frac{m}{V_{air}}$$ (ingat hukum Archimedes, $V_{benda} = V_{air}$)

$$\rho_{benda} = \frac{m}{m - m_s} \times \rho_{air}$$ karena $V_{air} = \frac{m - m_s}{\rho_{air}}$

dengan:
- V_{air} = volume air yang dipindahkan
- m = massa benda di udara
- m_s = massa semu benda (di air)
- ρ_{benda} = massa jenis benda
- ρ_{air} = massa jenis air

2) Penerapan dalam bidang teknik

Penerapan Hukum Archimedes dalam bidang teknik adalah sebagai berikut.

a) Kran otomatis pada penampungan air

Jika di rumah kita menggunakan mesin pompa air, maka dapat kita lihat bahwa tangki penampungnya harus diletakkan pada ketinggian tertentu. Tujuannya adalah agar diperoleh tekanan besar untuk mengalirkan air. Dalam tangki tersebut terdapat pelampung yang berfungsi sebagai

Pikirkanlah !

Coba kamu tanyakan kepada teman, guru, atau orang tuamu tentang kran otomatis pada penampungan air! Jelaskanlah cara kerja kran otomatis tersebut! Manfaat apa yang kamu dapatkan dengan adanya kran otomatis? Kemukakan pendapatmu!

Sumber: google.co.id

Gambar 14.4
Kapal selam bekerja sesuai dengan Hukum Archimedes

Sumber: google.co.id

Gambar 14.5
Hidrometer

kran otomatis. Kran ini dibuat mengapung di air sehingga ia akan bergerak naik seiring dengan ketinggian air. Ketika air kosong, pelampung akan membuka kran untuk mengalirkan air. Sebaliknya, jika tangki sudah terisi penuh, pelampung akan membuat kran tertutup sehingga secara otomatis kran tertutup.

b) Kapal selam

Pada kapal selam terdapat tangki yang jika di darat ia terisi udara sehingga ia dapat mengapung di permukaan air. Ketika kapal dimasukkan ke dalam air, tangki ini akan terisi air sehingga kapal dapat menyelam.

c) Hidrometer

Hidrometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur massa jenis zat cair. Alat ini berbentuk tabung yang berisi pemberat dan ruang udara sehingga akan terapung tegak dan stabil seketika. Hidrometer bekerja sesuai dengan prinsip Archimedes.

Contoh:

Sebuah benda di udara memiliki berat sebesar 30 N. Benda tersebut dimasukkan ke dalam air dengan gaya Archimedes yang terjadi sebesar 10 N. Tentukanlah:
a. volume benda
b. berat benda di air

Penyelesaian:

Diketahui : W_{benda} = 30 N ; F_a = 10 N

Ditanya : a. volume benda
b. berat benda di air

Jawab:

a. $F_a = \rho_{air}\ V_b\ g$

$$V_b = \frac{F_a}{\rho_{air} \cdot g} = \frac{10\text{ N}}{(1.000\text{ kg/m}^3)\cdot(10\text{ m/s}^2)} = 0{,}001\text{ m}^3$$

Jadi, volume benda tersebut adalah 0,001 m^3.

b. Berat benda di air merupakan berat semu benda, jadi:

$W_{semu} = W_{benda} - F_a$

$= 30\text{ N} - 10\text{ N} = 20\text{ N}$

Jadi, berat benda di air adalah 20 N.

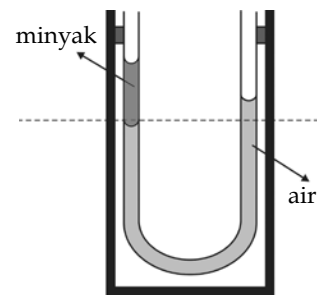
Menguji Diri

Suatu benda yang memiliki massa jenis 6 g/cm^3 dimasukkan ke dalam 5 liter air. Jika massa semu benda adalah 120 N, berapakah massa benda sebenarnya? (massa jenis air 1.000 kg/m^3)

3. Bejana Berhubungan

Bejana berhubungan adalah suatu wadah atau bejana yang tidak memiliki sekat atau saling berhubungan. Jika bejana ini diisi zat cair yang sejenis, maka permukaan zat cair ini akan sama tinggi. Namun, jika zat cair yang diisikan berbeda jenis, maka permukaannya tidak akan sama tinggi.

Untuk mengamati konsep ini, ikutilah kegiatan berikut.

Gambar 14.6
Permukaan zat cair pada bejana berhubungan yang diisi oleh zat cair sejenis

Gambar 14.7
Permukaan zat cair pada bejana berhubungan yang diisi oleh zat cair berbeda jenis

Aktivitas Siswa

Tujuan:
Menyelidiki permukaan zat cair tak sejenis dalam bejana berhubungan.

Alat dan Bahan:
Pipa berbentuk U, minyak, dan air.

Cara Kerja:
1. Simpan pipa U dalam posisi berdiri tegak. Isi pipa U tersebut dengan air, lalu biarkan sampai permukaan air dalam kedua pipa sama tinggi.
2. Tuangkan minyak pada salah satu pipa. Amati apa yang terjadi!
3. Buatlah kesimpulanmu tentang pengamatan ini.

Jika kamu perhatikan, permukaan minyak dan permukaan air tidak mendatar dan kedua pemukaan tersebut tidak sejajar. Permukaan minyak akan lebih tinggi daripada permukaan air karena adanya perbedaan massa jenis zat cair dalam kedua pipa, yaitu massa jenis minyak yang lebih kecil daripada massa jenis air.

Berdasarkan pengertian tekanan hidrostatis, maka tekanan yang dilakukan zat cair yang sejenis pada kedalaman yang sama adalah sama besar. Dengan menerapkan pengertian tekanan hidrostatis dan membuat bidang batas

antara zat cair yang berbeda jenis (lihat Gambar 14.7), diperoleh:

$$P_1 = P_2 \text{ atau } \rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

dengan:
- ρ_1 = massa jenis zat cair pertama
- ρ_2 = massa jenis zat cair kedua
- h_1 = tinggi permukaan zat cair pertama di atas batas
- h_2 = tinggi permukaan zat cair kedua di atas batas

Contoh:

Ke dalam sebuah pipa U yang berisi air, dimasukkan alkohol pada salah satu lubang pipanya sepanjang 10 cm. Hitunglah selisih ketinggian permukaan zat cair pada kedua pipa U tersebut! (ρ alkohol = 800 kg/m^3: ρ air = 1.000 kg/m^3)

Penyelesaian :

Diketahui : h_1 = 10 cm
ρ_1 = 800 kg/m^3
ρ_2 = 1.000 kg/m^3

Ditanya : h_2

Jawab:

$$\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$$

$$h_2 = h_1 \frac{\rho_1}{\rho_2}$$

$$= 10 \text{ cm } \frac{800 \text{ kg/m}^3}{1000 \text{ kg/m}^3}$$

$$= 8 \text{ cm}$$

Jadi, selisih ketinggian zat cair pada kedua pipa U adalah 8 cm.

Menguji Diri

Sebuah pipa U berisi dua jenis zat cair yang berbeda, yaitu air pada satu sisi dan raksa pada sisi lainnya. Perbedaan ketinggian kedua zat cair tersebut pada pipa U massa jenis air adalah 1.000 kg/m^3 dan massa jenia raksa adalah 13.600 kg/m^3, berapakah ketinggian air dari garis batas?

C. Tekanan pada Gas

Tekanan pada gas berbeda untuk ruangan terbuka dan ruangan tertutup. Untuk lebih jelasnya, pelajari uraian berikut ini.

1. Tekanan pada Gas dalam Ruang Terbuka

Tekanan pada gas dalam ruang terbuka lebih akrab disebut dengan tekanan udara yang didefinisikan sebagai gaya per satuan luas yang bekerja pada suatu bidang oleh gaya berat kolom udara yang berada di atasnya. Tekanan udara diukur menggunakan alat yang disebut barometer. Alat ini pertama kali dibuat secara sederhana oleh **Evangista Torricelli** (1608-1647). Saat ini, terdapat 4 macam barometer, yaitu barometer raksa sederhana (sesuai yang dibuat oleh Torricelli), barometer Foertin (barometer raksa yang dapat mengukur tekanan udara sampai dengan ketelitian 0,01 cmHg), barometer aneroid (barometer kering tanpa zat cair), dan barometer air (barometer yang menggunakan air sebagai pengganti raksa). Adanya perbedaan tekanan udara di suatu tempat dapat menimbulkan angin. Angin bertiup dari daerah yang tekanan udaranya tinggi ke daerah yang tekanannya lebih rendah. Pengaruh tekanan udara dapat dirasakan pada beberapa peristiwa, di antaranya:

1) Ketika memasak air, di pegunungan akan lebih cepat mendidih dibandingkan memasak air di pantai. Hal ini disebabkan tekanan udara di pegunungan lebih rendah daripada di pantai sehingga gas oksigennya pun lebih rendah.
2) Ketika kita pergi ke daerah yang lebih tinggi (misalnya dari pantai ke pegunungan), pada ketinggian tertentu kita akan merasakan dengungan di telinga kita. Hal ini disebabkan oleh selaput gendang telinga yang lebih menekuk keluar pada tekanan udara yang lebih rendah.
3) Pada tekanan udara tinggi, suhu terasa dingin, tetapi langit cerah. Sebaliknya, saat tekanan udara rendah, dapat dimungkinkan terjadinya hujan, bahkan badai.

Ketiga peristiwa di atas memberikan gambaran bahwa tekanan udara memiliki hubungan yang cukup erat dengan ketinggian suatu tempat. Hal ini ternyata telah dibenarkan melalui suatu penelitian yang dilakukan para ahli. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa setiap kenaikkan 10 m, tekanan udara berkurang 1mmHg sehingga makin tinggi suatu tempat dari permukaan air, makin rendah tekanan udaranya. Pernyataan ini dapat digunakan untuk memperkirakan ketinggian suatu tempat di atas permukaan laut, asalkan tekanan udara di sekitarnya diketahui.

Info

Tekanan udara adalah gaya per satuan luas yang bekerja pada suatu bidang oleh gaya berat kolom udara yang berbeda di atasnya.

Sumber: google.co.id

Gambar 14.8
Barometer

Sumber: google.co.id

Gambar 14.9
Tekanan udara di pegunungan lebih rendah dibanding di daerah pantai

Contoh:

Tekanan udara suatu kota yang ditunjukkan oleh sebuah alat ukur adalah 56 cmHg. Hitunglah ketinggian kota tersebut di atas permukaan laut!

Penyelesaian:

Diketahui: $P = 56$ cmHg
$P_o = 76$ cmHg (tekanan udara pada ketinggian 0 m)

Ditanya: h

Jawab:

$\Delta P = P_o - P = 76 \text{ cmHg} - 56 \text{ cmHg} = 20 \text{ cmHg} = 200 \text{ mmHg}$.

Maka,

$$H = \frac{\Delta P}{1 \text{ mmHg}} \cdot 10 \text{ m} = \frac{200 \text{ mmHg}}{1 \text{ mmHg}} \cdot 10 \text{ m} = 2000 \text{ m}$$

Jadi, ketinggian kota tersebut adalah 2.000 m di atas permukaan laut.

Menguji Diri

1. Tinggi sebuah gunung adalah 3.500 m. Berapakah tekanan udara di puncak gunung tersebut?
2. Tekanan udara di puncak Gunung Leuser adalah 40 cmHg. Berapakah ketinggian Gunung Leuser?

2. Tekanan pada Gas dalam Ruang Tertutup

Ilustrasi yang akan mudah membantumu memahami materi ini adalah tekanan pada balon gas yang telah diisi udara, kemudian perlahan-lahan kamu buat beberapa lubang pada balon tersebut. Setelah itu, kamu tekan balon dan rasakan tekanan gas yang keluar dari masing-masing lubang.

Jika dalam tekanan udara digunakan barometer untuk mengukurnya, maka tekanan pada gas dalam ruang tertutup dapat diukur menggunakan manometer. Ada tiga macam manometer, yaitu manometer terbuka, manometer tertutup, dan manometer bourdon.

a. Manometer Terbuka

Alat ini berbentuk tabung U yang kedua ujungnya terbuka. Tabung ini diisi dengan zat cair (biasanya raksa karena mempuyai massa jenis tinggi). Salah satu ujung tabung selalu berhubungan dengan udara luar sehingga tekanannya sama dengan tekanan atmosfer. Ujung yang lain dihubungkan dengan ruangan yang akan diukur tekanannya. Saat ujung tabung dihubungkan dengan ruangan, ketinggian raksa pada kedua ujungnya akan berubah. Besar tekanan gas ruangan yang menyebabkan ketinggian raksa dapat berubah dapat dihitung dengan rumus:

Gambar 14.10
Manometer terbuka

Sumber: google.co.id

$$P_{gas} = (P_o + h)$$

dengan: P_{gas} = tekanan udara yang diukur (mmHg)
P_o = tekanan udara atmosfer (mmHg)
h = perbedaaan ketinggian raksa setelah gas masuk (mm)

b. Manometer Tertutup

Prinsip kerja manometer tertutup hampir sama dengan manometer terbuka. Hanya saja, jika pada manometer terbuka, salah satu ujungnya terhubung dengan udara luar sehingga pada manometer ini ujung tersebut ditutup. Dengan demkian, perbedaan tinggi yang terjadi akibat masuknya gas dari ruangan yang akan diukur tekanannya secara langsung menunjukkan tekanan udara ruangan tersebut. Secara matematis dapat ditulis:

$$P_{gas} = h$$

dengan: P_{gas} = tekanan udara yang diukur (mm Hg)
h = perbedaaan ketinggian raksa setelah gas masuk

c. Manometer Bourdon

Manometer ini terbuat dari logam (bahannya bukan zat cair) yang digunakan untuk mengukur tekanan uap (gas) yang sangat tinggi, seperti uap dalam pembangkit listrik tenaga uap. Di masyarakat, secara umum alat ini digunakan untuk memeriksa tekanan udara dalam ban oleh para penambal ban.

Gambar 14.11
Manometer Bourdon

Sumber: google.co.id

Sahabatku, Ilmuwan

Robert Boyle (1627-1691) adalah ahli filsafat alami dan salah satu pendiri prinsip kimia modern yang berasal dari Inggris. Ia terkenal dengan Hukum Boyle, yaitu hukum fisika yang menjelaskan bagaimana kaitan antara tekanan dan volume suatu gas. Ia merupakan pendiri *Royal Society*, yaitu organisasi Britania yang dibuat untuk memajukan ilmu pengetahuan. Boyle juga merupakan pelopor dalam menggunakan eksperimen dan metode ilmiah untuk menguji teorinya.

3. Hukum Boyle

Robert Boyle (1627-1691) telah melakukan penelitian untuk mengetahui hubungan antara tekanan dan volume gas pada suhu yang konstan. Dari hasil penelitiannya, ia menyatakan bahwa: *"Hasil kali tekanan dan volume gas dalam ruangan tertutup adalah tetap/konstan"*.

Secara matematis dapat ditulis:

$$PV = \text{konstan} \quad \text{atau} \quad P_1 V_1 = P_2 V_2 = ...$$

Penerapan Hukum Boyle terdapat pada prinsip kerja pompa. Pompa adalah alat yang digunakan untuk memindahkan gas atau zat cair. Berdasarkan prinsip kerja ini, pompa dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu pompa hisap dan pompa tekan.

Contoh:

Suatu ruangan tertutup mengandung gas dengan volume 200 ml. Jika tekanan ruangan tersebut adalah 60 cmHg, hitunglah tekanan gas pada ruangan yang volumenya 150 ml?

Penyelesaian:

Diketahui: V_1 = 200 mL ; P_1 = 60 cmHg ; V_2 = 150 ml
Ditanya : P_2

Jawab:

$$P_1V_1 = P_2V_2 \text{ atau } P_2 = \frac{P_1V_1}{V_2}$$

$$P_2 = \frac{200 \text{ ml} \cdot 60 \text{ cmHg}}{150 \text{ ml}} = 80 \text{ cmHg}$$

Jadi, tekanan gas pada ruangan yang volumenya 150 ml adalah 80 cmHg.

Menguji Diri

Tekanan pada suatu ruangan tertutup adalah 2 cmHg. Volume gas yang ada pada ruangan tersebut adalah 0,4 l. Jika tekanan ruangan tersebut diperbesar tiga kali, hitunglah volume gas pada ruangan tersebut!

Kilasan Materi

- Tekanan adalah besaran skalar yang menunjukkan besarnya gaya per satuan luas permukaan tempat gaya itu bekerja, yang secara matematis dirumuskan sebagai:

$$P = \frac{F}{A}$$

- Tekanan hidrostatis adalah tekanan yang disebabkan oleh zat cair yang berada pada kedalaman tertentu, secara matematis dirumuskan sebagai:

$$P = \rho\, g\, h$$

- Bunyi Hukum Pascal adalah:
  "Apabila tekanan diberikan pada satu bagian zat cair dalam suatu ruangan tertutup, akan diteruskan oleh zat cair ke segala arah dengan sama besar".
- Dongkrak hidrolik adalah alat yang digunakan untuk mengangkat mobil ketika mengganti ban mobil.
- Bunyi Hukum Archimedes adalah:
  "Jika sebuah benda dicelupkan ke dalam zat cair, maka benda tersebut akan mendapat gaya apung sebesar berat zat cair yang dipindahkannya".
- Alat yang bekerja dengan prinsip Hukum Archimedes adalah kran otomatis pada penampungan air, hidrometer, dan kapal selam.
- Bejana berhubungan adalah suatu wadah atau bejana yang tidak memiliki sekat atau saling berhubungan.
- Tekanan udara adalah gaya per satuan luas yang bekerja pada suatu bidang oleh gaya berat kolom udara yang berada di atasnya.
- Bunyi Hukum Boyle adalah:
  "Hasil kali tekanan dan volume gas dalam ruangan tertutup adalah tetap/ konstan".

Refleksi

Setelah kamu mempelajari tentang tekanan, ide kreatif apa yang muncul dalam pemikiranmu yang berkaitan dengan prinsip tekanan? Bagian mana yang belum kamu mengerti dari pelajaran ini? Diskusikanlah bersama guru dan teman-temanmu!

Uji Kemampuan

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Yang bukan merupakan satuan tekanan adalah ....
   a. $dyne/cm^2$
   b. N/m^2
   c. $Watt/m^2$
   d. cmHg

2. Jika luas permukaan diperkecil, maka yang akan terjadi pada tekanannya adalah ....
   a. makin kecil
   b. makin besar
   c. tetap
   d. tidak ada perubahan

3. Pada suatu wadah berisi air, tempat yang tekanan zat cairnya paling besar adalah ....
   a. bagian dasar dari wadah
   b. bagian atas wadah
   c. bagian tengah wadah
   d. semuanya sama

4. Yang tidak mempengaruhi tekanan suatu benda adalah ....
   a. luas permukaan
   b. massa benda
   c. gaya
   d. suhu benda

5. Sebuah balok yang beratnya 150 N diletakkan di atas tanah. Jika luas permu-kaan alas balok itu 5000 cm^2, maka tekanan yang diberikan balok tersebut terhadap tanah adalah ....
   a. 3×10^4 N/m^2
   b. 3×10^2 N/m^2
   c. 3×10^{-2} N/m^2
   d. 3×10^{-4} N/m^2

6. Sebuah kayu terapung di dalam air. Jika setengah bagian dari kayu tersebut berada di atas permukaan air, maka massa jenis kayu adalah ....
   a. 0,20 g/cm^3 c. 0,50 g/cm^3
   b. 0,25 g/cm^3 d. 0,75 g/cm^3

7. Sebuah dongkrak hidrolik memiliki penampang kecil berjari-jari 10 cm dan penampang besar berjari-jari 20 cm. Jika pada penghisap kecil diberikan gaya sebesar 300 N, maka berat benda yang dapat diangkat adalah ....
   a. 1500 N c. 1200 N
   b. 3000 N d. 1000 N

8. Manometer yang dapat digunakan untuk mengukur uap pada pembang-kit listrik tenaga uap adalah ....
   a. manometer terbuka
   b. manometer tertutup
   c. manometer Bourdon
   d. semuanya benar

9. Tekanan udara dimanfaatkan pada prinsip kerja alat-alat di bawah ini, *kecuali* ....
   a. balon udara
   b. alat suntik
   c. sedotan minum
   d. pengisap karet

10. Tekanan pada suatu ruangan tertutup adalah 2 atm dan volume gas yang ada pada ruangan itu adalah 0,6l.
    Jika tekanan ruangan tersebut diperbesar tiga kali, maka volume gas pada ruangan tersebut adalah ....
    a. 0,2 l c. 0,4 l
    b. 0,3 l d. 0,6 l

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!

1. Sebuah balok berukuran 5 cm × 10 cm × 12 cm memiliki massa 50 kg berada di atas tanah yang lembek dengan percepatan gravitasi 10 m/s^2. Untuk memperoleh tekanan yang paling kecil, permukaan balok bagian manakah yang harus menyentuh tanah? Jelaskan!
2. Sebuah pompa hidrolik memiliki ukuran diameter besar sama dengan 6 kali diameter kecil. Jika gaya 1500 N dikerjakan pada penghisap kecil, berapa massa benda yang dapat diangkat oleh pompa tersebut?
3. Sebuah pompa hidrolik memiliki dua buah silinder yang jari-jarinya berturut-turut adalah 2 cm dan 5 cm. Jika ujung pompa pada silinder kecil ditekan hingga permukaan zat cairnya turun sejauh 25 cm, hitunglah kenaikan permukaan zat cair pada ujung silinder besar dari pompa hidrolik tersebut!
4. Sebuah batang berbentuk tabung memiliki jari-jari alas 10 cm dan tinggi 35 m dimasukkan ke dalam air.
   a. Jika 30% bagian dari batang berada di atas permukaan air, berapakah massa jenis batang tersebut?
   b. Jika garam dilarutkan ke dalam air sehingga permukaan kubus yang terendam hanya 50 %, tentukanlah massa jenis garam yang dilarutkan!
5. Pada dua buah ruangan berbentuk kubus, diketahui tekanan di ruang yang satu delapan kali tekanan di ruang yang lain. Hitunglah perbandingan sisi dari kedua ruangan tersebut!

Ruang Berpikir

1. Coba kamu deskripsikan alat yang cocok untuk membuat lubang di tembok! Mengapa demikian? Jelaskan kaitannya dengan prinsip tekanan!
2. Di kamar mandi tersedia satu bak air yang terisi penuh. Ketika akan mandi, kamu memasukkan seluruh badanmu ke bak tersebut untuk berendam sejenak. Apa yang terjadi dengan air yang ada di dalam bak? Mengapa demikian? Jelaskan!
3. Sebutkan dan jelaskan peristiwa dalam kehidupan sehari-harimu yang berkaitan dengan prinsip tekanan! Diskusikan dengan teman sekelompokmu!

Bab

15 Getaran dan Gelombang

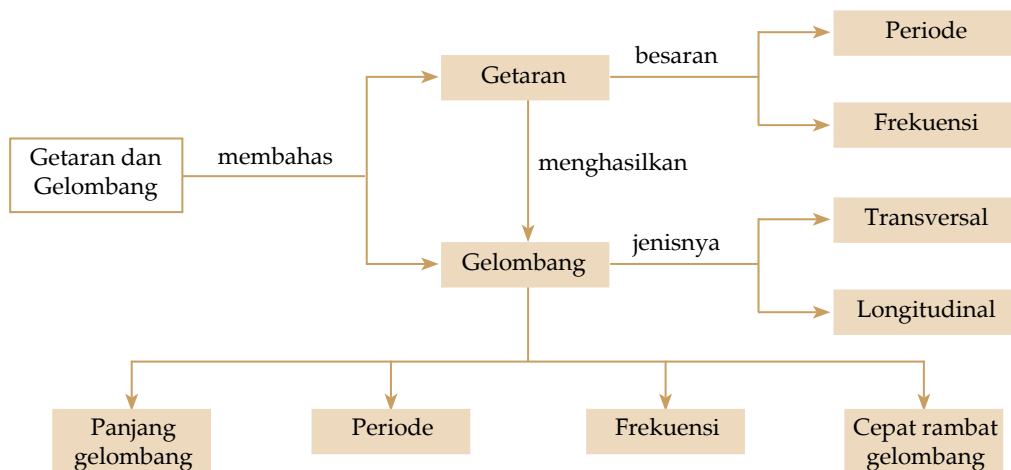
Sumber: image.google.com

Gambar 15.1
Gelombang tsunami

Gelombang tsunami adalah gelombang air laut yang sangat besar disebabkan oleh gempa atau letusan gunung di bawah permukaan laut. Gempa yang terjadi di bawah permukaan laut menyebabkan getaran sehingga gelombang laut menjadi naik. Gelombang tsunami pernah melanda Indonesia, tepatnya di Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam pada 26 Desember 2004.

Apakah yang dimaksud dengan getaran dan gelombang? Besaran-besaran apa saja yang ada dalam getaran dan gelombang? Apa saja jenis gelombang itu? Ayo pelajari bab ini agar kamu dapat menemukan jawaban dari pertanyaan-pertanyaan tersebut.

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kamu dapat mendeskripsikan pengertian getaran dan gelombang, menjelaskan besaran-besaran yang ada dalam getaran dan gelombang, dan mendeskripsikan jenis-jenis gelombang.

Peta Konsep

A. Getaran

Dalam kehidupan sehari-hari kita mengenal kata getaran, seperti getaran bumi pada saat terjadi gempa bumi, getaran tubuh saat menggigil kedinginan, dan sebagainya. Sebetulnya, apa itu yang dimaksud dengan getaran? Getaran adalah peristiwa gerak bolak-balik sebuah benda terhadap suatu titik kesetimbangan. Contoh getaran sederhana di antaranya: getaran beban yang digantung pada ujung pegas, getaran senar gitar pada saat dipetik, getaran pada bandul sederhana, getaran atom pada zat padat, dan sebagainya.

Info

Getaran adalah peristiwa gerak bolak-balik sebuah benda terhadap suatu titik keseimbangan.

Getaran ada dua jenis, yaitu getaran mekanis dan getaran nonmekanis. Getaran mekanis adalah getaran dimana benda yang bergetar mengalami pergeseran linear atau pergeseran sudut. Sedangkan, getaran nonmekanis melibatkan perubahan pada besaran-besaran fisika. Contoh-contoh getaran di atas merupakan getaran mekanis, sedangkan contoh getaran nonmekanis di antaranya adalah medan listrik dan medan magnet.

Perhatikan Gambar 15.2, sebuah beban yang tergantung pada sebuah pegas.

Mula-mula beban berada pada posisi A, kemudian kita tarik sedemikian sehingga sampai pada posisi B. Apa yang terjadi? Beban kembali ke posisi A, kemudian ke posisi C, dan kembali ke posisi A, begitu seterusnya. Terlihat bahwa beban melakukan gerak bolak-balik terhadap titik kesetimbangan (A).

Gambar 15.2 Getaran

Jarak antara posisi benda saat bergetar dengan posisi pada keadaan setimbang disebut simpangan. Simpangan terjauh disebut amplitudo.

Dalam bahasan getaran, kita mengenal istilah baru, yaitu periode dan frekuensi.

1. Periode

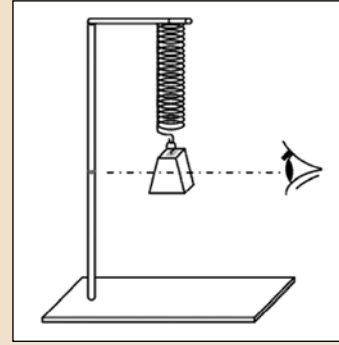
Untuk lebih memahami pengertian periode, lakukan kegiatan di bawah ini.

Aktivitas Siswa

Tujuan:
Memahami pengertian periode getaran

Alat dan Bahan:
Stopwatch, pegas, statif, pita, dan beban

Cara Kerja:

1. Pasangkan salah satu ujung pegas dengan beban dan ujung yang lain pada statif, seperti pada gambar.
2. Tarik beban lurus ke bawah, dan tandai posisi awal dari beban pada statif dengan menggunakan pita, kemudian lepaskan beban.
3. Hitung waktu yang diperlukan bagi beban untuk melewati pita sebanyak n kali dengan *stopwatch*.
4. Catat hasilnya pada tabel berikut ini:

Gambar 15.3

Banyak Getaran (n)	Waktu yang Diperlukan (t)	$\frac{t}{n}$
5	...	...
10	...	...
15	...	...
20	...	...
25	...	...

5. Tulis kesimpulan yang kamu peroleh!

Jika diperhatikan, nilai $\frac{t}{n}$ pada setiap baris memiliki nilai yang sama. Nilai perbandingan inilah yang kita katakan sebagai periode suatu getaran. Jadi, periode adalah selang waktu yang diperlukan sebuah benda untuk melakukan satu getaran lengkap. Dalam Sistem Internasional (SI), periode dilambangkan dengan T dan memiliki satuan sekon (s).

$$T = \frac{t}{n}$$

dengan: T = periode (sekon)
t = waktu (sekon)
n = banyak getaran

Walaupun simpangan pada pegas diperbesar, nilai dari periode tidak akan berubah. Dengan kata lain, periode getaran tidak dipengaruhi oleh besar amplitudo.

Pada gambar getaran di halaman sebelumnya, satu periode berarti waktu yang diperlukan oleh beban untuk bergerak dari B ke B lagi dengan lintasan B - A - C - A - B.

2. Frekuensi

Frekuensi adalah banyaknya getaran dalam satu detik. Dalam Sistem Internasional (SI), frekuensi dilambangkan dengan f dan memiliki satuan Hertz (Hz).

$$f = \frac{n}{t}$$

dengan: f = frekuensi (Hz)
t = waktu (sekon)
n = banyak getaran

Karena frekuensi adalah kebalikan dari periode, maka di antara keduanya berlaku hubungan:

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{atau} \quad T = \frac{1}{n}$$

Contoh:

1. Sebuah bandul bergerak bolak-balik dengan lintasan A - B - C - B - A.
   Jika waktu yang diperlukan bandul tersebut untuk melakukan satu getaran adalah 2 detik, berapakah periode dan frekuensi getaran bandul tersebut?

Penyelesaian :

Diketahui: t = 2 detik

Ditanya: T = ?
f = ?

Jawab:

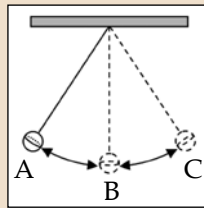
$$T = \frac{t}{n} = \frac{2}{1} = 2 \qquad f = \frac{n}{t} = \frac{1}{2} = 0{,}5$$

Gambar 15.4

Jadi, periode getaran adalah 2 sekon dan frekuensi getaran adalah 0,5 Hz.

2. Sebuah garputala bergetar dengan frekuensi 100 Hz. Berapa banyaknya getaran yang dapat dilakukan oleh garputala tersebut selama 1 menit?

Penyelesaian:

Diketahui: t = 2 detik

Sahabatku, Ilmuwan

Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894) adalah ahli fisika dari Jerman. Ia dilahirkan di Hamburg menempuh pendidikan di Universitas Berlin. Hertz memperjelas dan memperluas teori elektromagnetik dari cahaya yang dibuat oleh James Clerk Maxwell. Hertz membuktikan bahwa listrik dapat dipancarkan oleh gelombang elektromagnetik yang melaju dengan kecepatan cahaya. Eksperimen tentang gelombang elektromagnetiknya ini mengarah ke pengembangan telegraf tanpa kawat dan radio. Satuan frekuensi yang diukur dalam setiap detik adalah Hertz, yang biasanya disingkat Hz.

Pikirkanlah !

Mengapa periode getaran tidak dipengaruhi oleh besar amplitudo? Jelaskan!

Ditanya: f = 100Hz
t = 1 menit = 60 sekon

Jawab:

$f = \frac{n}{t}$

$n = t\,f = 60 \cdot 100 = 6000$

Jadi, dalam 1 menit garputala tersebut dapat melakukan 6000 getaran.

Menguji Diri

1. Sebuah mesin melakukan suatu getaran konstan. Jika mesin tersebut bergetar sebanyak 3600 getaran dalam 1 menit, berapakah periodenya?
2. Jika periode suatu benda yang bergetar adalah 0,01 sekon, berapakah frekuensinya?

Info

Gelombang adalah getaran yang merambat.

B. Gelombang

Getaran dan gelombang merupakan dua hal yang tidak dapat dipisahkan. Dalam kehidupan sehari-hari, tentu kita telah mengenal istilah gelombang, seperti gelombang air laut, gelombang Tsunami, gelombang radio, dan sebagainya. Apa yang dimaksud dengan gelombang? Secara sederhana dapat didefinisikan bahwa gelombang adalah getaran yang merambat. Terjadi gelombang karena adanya peristiwa getaran, namun terjadinya getaran belum tentu menyebabkan gelombang.

Syarat perlu agar suatu gelombang terjadi adalah adanya medium dan energi. Sedangkan, gelombang yang tidak memerlukan medium dalam perambatannya adalah gelombang elektromagnetik.

Gambar 15.5
Gelombang adalah getaran yang merambat

Pada gambar di atas terlihat tali diikatkan pada sebuah paku di tembok. Tali tersebut kemudian diusik oleh tangan yang digerakkan naik-turun. Mengapa tali tersebut bergelombang? Hal ini terjadi karena ada perpindahan energi dari tangan ke partikel pada tali. Kemudian, energi

itu diteruskan ke partikel selanjutnya, terus sampai ujung tali sehingga terjadi perpindahan energi dari satu ujung tali ke ujung yang lain. Partikel-partikel tali tersebut tidak ikut berpindah, yang berpindah hanyalah energi. Karena hal tersebut, maka gelombang disebut pula energi yang merambat.

Sebagai bukti bahwa partikel-partikel tali tidak ikut berpindah, dapat diikatkan beberapa pita yang berbentuk cincin (ikat longgar) pada tali tersebut seperti pada gambar berikut.

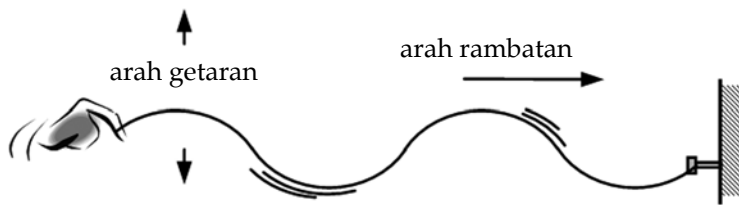
Gambar 15.6
Gelombang tidak disertai dengan perpindahan medium

Walaupun pita-pita tersebut diikat secara longgar, saat tali bergelombang pita tidak berpindah tempat menjadi makin maju. Pita-pita tersebut hanya bergerak naik-turun saja.

Info

Berdasarkan arah rambat dan getarannya, gelombang berjalan dibedakan ke dalam dua jenis, yaitu gelombang transversal dan gelombang longitudinal.

1. Jenis-Jenis Gelombang

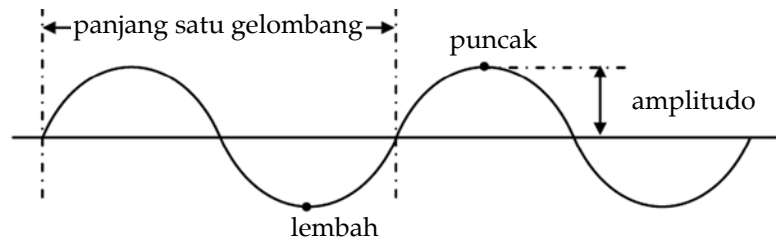
Gelombang yang memindahkan energi ketika sedang merambat dari sumber *usikan* disebut gelombang berjalan. Berdasarkan arah rambat dan getarannya, gelombang berjalan dibedakan ke dalam dua jenis, yaitu gelombang transversal dan gelombang longitudinal.

Gambar 15.7
Gelombang transversal

a. Gelombang Transversal

Gelombang transversal adalah gelombang yang arah getarannya tegak lurus dengan arah rambatannya. Pada Gambar 15.7, arah getaran dari tali adalah ke atas dan ke bawah, sedangkan arah rambat gelombang ke arah kanan.

Pada saat gelombang mencapai simpangan maksimum ke arah atas, titik ini disebut titik puncak gelombang. Sedangkan, pada saat gelombang mencapai simpangan maksimum ke arah atas, titik ini disebut titik lembah

gelombang. Jarak antara garis normal dan puncak atau lembah disebut amplitudo. Panjang satu gelombang adalah jarak antara dua titik yang memiliki fase gelombang yang sama. Contoh dari panjang satu gelombang adalah jarak antara dua puncak gelombang, jarak antara dua lembah gelombang, atau seperti yang diperlihatkan pada gambar berikut ini.

panjang satu gelombang
puncak
amplitudo
lembah

Gambar 15.8
Bagian-bagian gelombang transversal

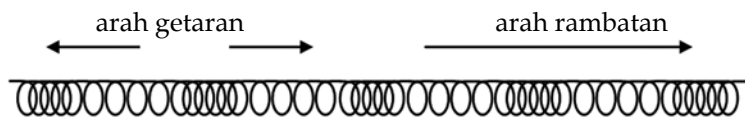
Sumber: image.google.com

Gambar 15.9
Gelombang transversal pada permukaan air

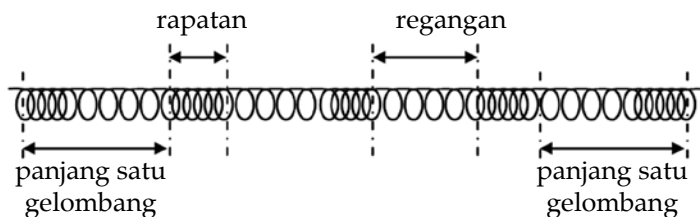
Contoh dari gelombang transversal adalah gelombang air. Jika kita perhatikan pada saat kerikil dilemparkan ke kolam, maka pada air kolam akan terjadi gelombang transversal. Arah getaran air naik-turun, sedangkan arah rambat gelombang menyebar membentuk lingkaran ke arah sisi.

Contoh lain dari gelombang transversal adalah gelombang listrik dan gelombang elektromagnetik.

b. Gelombang Longitudinal

Gelombang longitudinal adalah gelombang yang arah getarannya sejajar dengan arah rambatannya. Gelombang longitudinal dapat diamati pada pegas.

Gambar 15.10
Gelombang longitudinal pada pegas

Terlihat pada gambar di atas, arah getaran dari pegas adalah ke kanan dan ke kiri, dan arah rambat gelombang ke arah kanan.

Jika pada gelombang transversal dikenal puncak dan lembah, maka pada gelombang longitudinal terdapat regangan dan rapatan. Panjang satu gelombang pada gelombang longitudinal adalah jarak antara dua rapatan, atau jarak antara dua regangan.

Gambar 15.11
Bagian-bagian gelombang longitudinal

Contoh dari gelombang longitudinal adalah gelombang bunyi.

2. Besaran-Besaran dalam Gelombang

Besaran-besaran yang terkait dengan gelombang adalah sebagai berikut.

a. Panjang Gelombang

Panjang gelombang adalah jarak yang ditempuh oleh gelombang dalam satu periode. Pada gelombang transversal dan gelombang longitudinal, panjang gelombang adalah jarak antara dua titik yang memiliki fase gelombang yang sama. Panjang gelombang dilambangkan dengan λ (dibaca: lambda). Dalam Sistem Internasional (SI), satuan panjang gelombang adalah meter (m).

b. Periode

Periode adalah waktu yang diperlukan untuk melakukan satu gelombang. Periode dilambangkan T, dan dalam Sistem Internasional (SI), satuannya adalah detik (s).

c. Frekuensi

Frekuensi adalah jumlah gelombang yang terbentuk selama satu detik. Frekuensi dilambangkan dengan f. Dalam Sistem Internasional (SI), satuan frekuensi adalah Hertz (Hz).

d. Cepat Rambat Gelombang

Cepat rambat gelombang adalah jarak yang ditempuh oleh gelombang selama satu detik. Cepat rambat gelombang dilambangkan dengan v, dan dalam Sistem Internasional (SI), satuannya adalah m/s.

Hubungan antara cepat rambat gelombang (v), panjang gelombang (λ), periode (T), dan frekuensi (f) adalah:

$$T = \frac{1}{f}$$

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

$$v = \lambda \times f$$

dengan: v = cepat rambat gelombang (m/s)
λ = panjang gelombang (m)
T = periode (s)
f = frekuensi (Hz)

Contoh:

1. Sebuah gelombang mempunyai frekuensi 100 Hz. Jika gelombang tersebut merambat dengan kecepatan 10 m/s, berapakah panjang gelombangnya?

Penyelesaian:

Diketahui: f = 100 Hz, v = 10 m/s

Ditanya: λ = ?

Jawab:

$$v = \lambda \times f \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{10}{100} = 0{,}1$$

Jadi, panjang gelombangnya adalah 0,1 m = 10 cm

2. Sebuah gelombang dengan panjang gelombang 5 cm memerlukan waktu 0,01 detik untuk menempuh satu panjang gelombang. Berapakah cepat rambat gelombang tersebut?

Penyelesaian:

Diketahui: λ = 5 cm = 0,05 m
T = 0,01 s

Ditanya: v = ?

Jawab:

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{0{,}05}{0{,}01} = 5$$

Jadi, cepat rambat gelombang tersebut adalah 5 m/s.

Menguji Diri

1. Berapakah cepat rambat suatu gelombang dengan frekuensi 1000 Hz dan panjang gelombang 2 cm?
2. Sebuah gelombang bunyi menempuh jarak 1 km dalam waktu 2 detik. Jika panjang gelombangnya 2 cm, berapakah frekuensi dan periode gelombang tersebut?
3. Sebuah kolam berbentuk lingkaran dengan diameter 6 m berisi air yang tenang. Pada tengah-tengah kolam tersebut dilemparkan sebuah batu kerikil dan terjadi gelombang air. Gelombang air tersebut sampai ke tepian setelah tenggang waktu 3 detik. Jika panjang satu gelombang adalah 3 cm, berapakah frekuensi dan periode gelombang tersebut?

Kilasan Materi

- Getaran adalah peristiwa gerak bolak-balik sebuah benda terhadap suatu titik kesetimbangan.
- Simpangan adalah jarak antara posisi benda saat bergetar dengan posisi pada keadaan setimbang.
- Amplitudo adalah simpangan terjauh.
- Periode adalah selang waktu yang diperlukan sebuah benda untuk melakukan satu getaran lengkap.
- Frekuensi adalah banyaknya getaran dalam satu detik.
- Gelombang adalah getaran atau energi yang merambat.
- Gelombang berjalan adalah gelombang yang memindahkan energi ketika sedang merambat dari sumber *usikan*.
- Gelombang transversal adalah gelombang yang arah getarannya tegak lurus dengan arah rambatannya.
- Gelombang longitudinal adalah gelombang yang arah getarannya sejajar dengan arah rambatannya.
- Panjang gelombang adalah jarak yang ditempuh oleh gelombang dalam satu periode.
- Cepat rambat gelombang adalah jarak yang ditempuh oleh gelombang selama satu detik.
- Hubungan antara cepat rambat gelombang (v), panjang gelombang (λ), periode (T), dan frekuensi (f) adalah:

$$T = \frac{1}{f} \qquad v = \frac{\lambda}{T} \qquad v = \lambda f$$

Refleksi

Setelah kamu mempelajari tentang getaran dan gelombang, coba kamu jelaskan kembali konsep getaran dan gelombang secara singkat! Bagian mana yang belum kamu mengerti? Diskusikanlah bersama guru dan teman-temanmu! Manfaat apa yang kamu peroleh setelah mempelajarinya?

Uji Kemampuan

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Bandul bergerak dari A - O - B - O - A - O, berarti bandul mengalami ....
   a. satu getaran
   b. satu setengah getaran
   c. satu seperempat getaran
   d. dua getaran

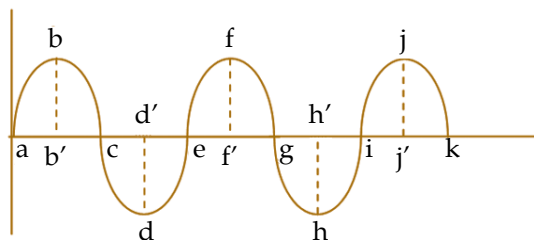
2. Jumlah getaran yang terjadi tiap satuan waktu disebut ....
   a. frekuensi getaran
   b. periode getaran
   c. amplitudo
   d. simpangan

3. Sebuah benda melakukan 360 getaran selama $\frac{3}{4}$ menit. Periode getaran benda tersebut adalah ....
   a. 8 s c. 48 s
   b. 0,8 s d. 0,125 s

4. Sebuah benda bergerak dengan periode 0,5 detik. Frekuensi getaran benda tersebut adalah ....
   a. 5 Hz c. 0,2 Hz
   b. 2 Hz d. 0,4 Hz

5. Sebuah bandul sederhana bergetar dengan frekuensi 60 Hz. Dalam 1,5 menit bandul itu akan bergetar sebanyak ....
   a. 90 kali c. 3600 kali
   b. 40 kali d. 5400 kali

6. Yang membedakan gelombang transversal dan gelombang longitudinal adalah ....
   a. frekuensinya
   b. amplitudonya
   c. panjang gelombang
   d. arah getarannya

untuk no. 7 dan 8 gunakan gambar berikut:

7. Panjang gelombang tersebut adalah ....
   a. 2 c. 2,5
   b. 5 d. 3

8. Jika dari a ke k ditempuh dalam waktu 10 detik, maka frekuensi gelombang tersebut adalah ....
   a. 4 Hz
   b. 2 Hz
   c. 0,5 Hz
   d. 0,25 Hz

9. Sebuah gelombang dengan panjang gelombang 150 cm memiliki frekuensi 30 Hz. Cepat rambat gelombang tersebut adalah ....
   a. 4,5 m/s
   b. 45 m/s
   c. 450 m/s
   d. 4500 m/s

10. Sebuah gelombang merambat dengan kecepatan 45 m/s. Jika dalam waktu 3 detik terjadi 15 gelombang, maka panjang gelombangnya adalah ....
    a. 9 m
    b. 1 m
    c. 15 m
    d. 225 m

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!

1. Apa yang dimaksud dengan:
   a. getaran
   b. periode getaran
   c. frekuensi getaran
   d. gelombang transversal? Berikan contohnya!
   e. gelombang longitudinal? Berikan contohnya!
2. Apakah mungkin suatu getaran memiliki lebih dari satu nilai amplitudo? Jelaskan!
3. Apa yang dimaksud dengan gelombang elektromagnetik? Berikan contohnya!
4. Sebuah benda bergetar sebanyak 160 kali dalam waktu 4 menit. Berapakah frekuensi getaran benda tersebut?
5. Jarak antara pusat dua rapatan yang berdekatan dari sebuah gelombang adalah 60 cm. Jika cepat rambat gelombang adalah 180 m/s, berapakah frekuensi gelombang tersebut?

1. Apa hubungan antara periode dan frekuensi! Jelaskan maksud dari hubungan tersebut!
2. Kamu sudah memahami pengertian gelombang transversal dan gelombang longitudinal. Coba kamu sebutkan contoh-contoh dari gelombang transversal dan gelombang longitudinal yang dapat kamu lihat dalam kehidupanmu sehari-hari!
3. Jelaskan hubungan antara getaran dan gelombang! Berikan contoh yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari! Diskusikanlah bersama teman sekelompokmu!

Bab 16 Bunyi

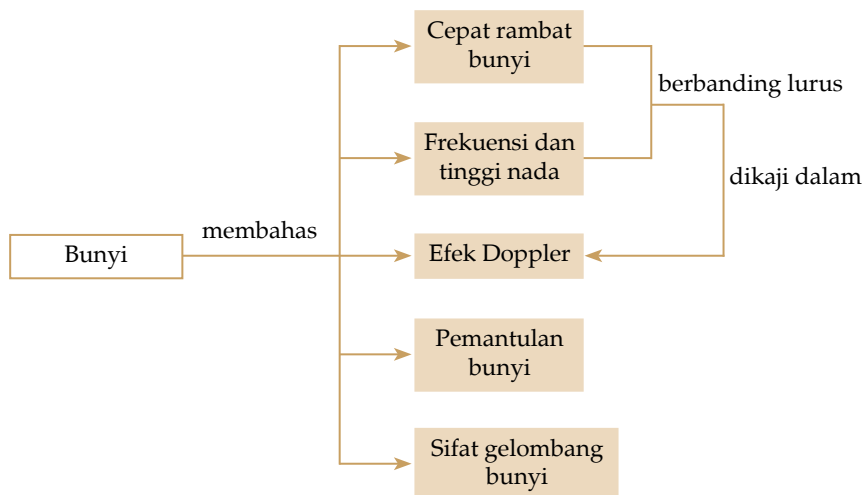
Sumber: image.google.com

Gambar 16.1
Mobil ambulans

Sirine pada mobil ambulans dapat mengeluarkan bunyi. Bunyi sirine merambat melalui udara sehingga dapat didengar oleh telinga. Bunyi sirine tersebut akan terdengar lebih keras jika mobil ambulans berada lebih dekat.

Apa yang dimaksud dengan bunyi? Seberapa cepat bunyi merambat dalam suatu medium? Bagaimanakah sifat-sifat gelombang bunyi? Ayo pelajari bab ini agar kamu dapat menemukan jawabannya.

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kamu dapat mendeskripsikan pengertian bunyi dan cepat rambat bunyi dalam suatu medium, mendeskripsikan frekuensi dan tinggi nada, mendeskripsikan jenis-jenis pemantulan bunyi, dan mendeskripsikan sifat-sifat gelombang bunyi.

Peta Konsep

Telinga adalah salah satu dari indera pada manusia yang penting. Tidak hanya pada manusia, telinga pun merupakan indera yang penting bagi hewan. Tak dapat dipungkiri, indera yang satu ini adalah satu-satunya indera yang peka terhadap rangsangan bunyi. Tak terhitung betapa besar informasi yang dapat diperoleh melalui media bunyi. Kita berkomunikasi dengan sesama manusia melalui media audio, emosi kita dipermainkan oleh suara petikan piano para pianis legendaris, bahkan menurut hasil penelitian, mendengarkan musik klasik pada seorang bayi yang masih dalam kandungan ibunya mampu mengembangkan otaknya sejak dini. Begitu banyak hal dalam kehidupan ini yang berkaitan dengan bunyi, sampai kita tidak bisa lepas dengan bunyi. Apa yang dinamakan dengan bunyi, dan bagaimana bunyi dapat terjadi?

Pada bab sebelumnya, kamu telah mengetahui bahwa bunyi adalah salah satu gelombang longitudinal. Sedangkan, gelombang adalah getaran yang merambat. Jadi, jelas bahwa bunyi terjadi karena adanya getaran. Bunyi dapat sampai ke telinga dari senar gitar yang dipetik karena gelombang bunyi dari gitar merambat melalui medium udara. Selain udara, bunyi pun dapat merambat melalui medium yang lain, seperti zat cair dan zat padat. Agar kamu lebih memahaminya, ayo cermati setiap uraiannya.

Info

Bunyi adalah gelombang longitudinal yang terjadi karena adanya getaran dan dapat merambat melalui medium yang lain sehingga dapat sampai ke telinga kita.

A. Cepat Rambat Bunyi

Saat melihat cahaya halilintar, kamu akan mendengar bunyi setelah beberapa saat. Hal ini disebabkan karena bunyi sebagai gelombang memiliki cepat rambat yang lebih kecil daripada cepat rambat cahaya. Bunyi merambat melalui suatu medium dengan cara memindahkan energi dari satu molekul ke molekul lain dalam medium tersebut. Dalam medium yang berbeda dan/atau kondisi yang berbeda, bunyi memiliki cepat rambat yang berbeda. Dibandingkan dengan medium cair atau gas, gelombang bunyi merambat lebih cepat dalam zat padat. Hal ini disebabkan karena jarak antarmolekul dalam zat padat lebih rapat sehingga perpindahan energi dari molekul satu ke molekul yang lain berjalan lebih cepat.

Sumber: Encarta 2005

Gambar 16.2
Cahaya halilintar muncul lebih awal daripada bunyinya

Cepat rambat bunyi dalam beberapa medium atau zat perantara dapat kamu lihat dalam tabel berikut.

Pikirkanlah !

Mengapa cepat rambat bunyi pada besi lebih besar daripada cepat rambat pada gas karbon? Jelaskan!

Tabel 16.1 Cepat Rambat Bunyi dalam Beberapa Medium

Zat Perantara	**Cepat Rambat Bunyi (m/s)**
Gas karbon	267
Udara pada suhu 0° C	332
Udara pada suhu 15° C	340
Udara pada suhu 25° C	347
Hidrogen	1.286
Alkohol	1.213
Timbal	1.300
Air pada suhu 15° C	1.440
Emas	2.030
Aluminium	5.000
Baja	5.100
Besi	5.120
Kaca	4.000 - 5.500
Kayu pinus	3.313
Granit	6.000

Seperti halnya kecepatan benda yang bergerak lurus beraturan, bunyi pun memiliki cepat rambat yang dirumuskan dengan:

$$v = \frac{s}{t}$$

dengan: v = cepat rambat bunyi (m/s)
s = jarak yang ditempuh (m)
t = waktu tempuh (s)

Contoh:

1. Irni mendengar suara petir 2 detik setelah ia mendengar kilatan cahaya. Jika cepat rambat bunyi pada saat itu 347 m/s, berapakah jarak Irni dari tempat terjadinya petir?

Penyelesaian:

Diketahui: t = 2 s
v = 347 m/s

Ditanya: s = ?

Jawab:

$s = v\,t$
$= 347 \cdot 2$
$= 694$

Jadi, tempat terjadi petir berjarak 694 meter dari Irni.

2. Ati berada pada jarak 100 meter di depan sebuah panggung musik. Jika cepat rambat bunyi di udara pada saat itu adalah 340 m/s, berapakah rentang waktu yang dibutuhkan suara penyanyi sehingga sampai di telinga Ati?

Penyelesaian:

Diketahui: $s = 100$ m
$v = 340$ m/s

Ditanya: $t = ?$

Jawab:

$$t = \frac{s}{v}$$
$$= \frac{100}{340} = 0{,}29$$

Jadi, rentang waktu yang dibutuhkan suara penyanyi sampai di telinga Ati adalah 0,29 detik.

Menguji Diri

1. Seorang penjahat melihat percikan pistol polisi yang diarahkan kepadanya. Jika ia mendengar suara letusan setelah 0,25 detik dan cepat rambat bunyi 340 m/s, berapakah jarak antara penjahat dan polisi tersebut?
2. Saat terjadi ledakan bom di hotel Marriot, Dini berada pada jarak 1 km dari hotel tersebut. Jika cepat rambat bunyi di udara 340 m/s, setelah berapa detik Dini dapat mendengar suara ledakan tersebut?

B. Frekuensi dan Tinggi Nada

Bunyi sebagai gelombang memiliki dimensi frekuensi. Berdasarkan frekuensinya, bunyi dibedakan menjadi dua, yaitu bunyi dengan frekuensi teratur yang disebut nada dan bunyi yang berfrekuensi tidak teratur yang disebut desah (*noise*). Dengan nada, kita dapat melantunkan sebuah lagu dan membuat alat musik.

Kita mengenal ada nada yang tinggi dan ada pula nada yang rendah. Tinggi rendahnya suatu nada ditentukan

oleh besar kecil frekuensinya. Telinga manusia hanya dapat mendengar bunyi pada rentang frekuensi 20 Hz sampai 20.000 Hz. Rentang frekuensi ini disebut pula frekuensi audio (*range audible*). Sedangkan, bunyi dengan frekuensi di bawah 20 Hz disebut frekuensi infrasonik, dan bunyi dengan frekuensi di atas 20.000 Hz disebut frekuensi ultrasonik. Beberapa hewan memiliki kemampuan untuk mendengar bunyi dengan frekuensi ultrasonik, seperti anjing yang dapat mendengar sampai frekuensi 50.000 Hz dan kelelawar yang mampu mendengar bunyi sampai pada frekuensi 100.000 Hz.

Dengan berbekal pengetahuan tentang hubungan antara frekuensi dan nada, manusia menciptakan tangga nada. Rangkaian tangga nada diatonik adalah C - D - E - F - G - A - B - C′ (do - re - mi - fa - sol - la - si - do′) yang ditentukan dengan frekuensi tertentu seperti yang tertera dalam tabel berikut.

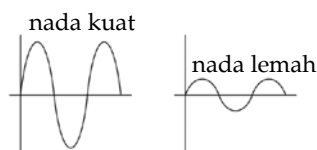
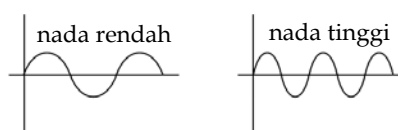
Tabel 16.2 Frekuensi Nada Diatonik

	Nada Diatonik							
Nama Nada	C	D	E	F	G	A	B	C'
Frekuensi (Hz)	256	256	320	341	384	427	480	512

Sumber: Image bank

Gambar 16.3
Gitar mengeluarkan nada-nada

Nada C disebut dengan nada C-tengah, dan nada C1 disebut dengan nada C-tinggi. Adapula nada C1 yang berbeda satu oktaf lebih rendah dari nada C disebut nada C-rendah. Terlihat dengan jelas bahwa nada C1 memiliki frekuensi dua kali lipat dari frekuensi nada C. Dengan nada-nada yang teratur inilah kita mengenal musik dan alat musik.

Apa perbedaan jika sebuah senar gitar dipetik perlahan-lahan dan dipetik dengan kuat? Saat dipetik dengan kuat, maka nada akan terdengar lebih keras (bukan lebih tinggi). Karena senar yang dipetik adalah senar yang sama, maka nada yang keluar pun akan sama atau dengan kata lain, frekuensinya tetap. Namun, apa yang membuat suara nada tersebut terdengar keras? Yang membuat perbedaan adalah amplitudo. Telah kita ketahui pada pembahasan sebelumnya, amplitudo adalah simpangan terbesar dari gelombang. Perbedaan antara nada tinggi, nada rendah, nada kuat, dan nada lemah ditunjukkan pada gambar berikut.

Gambar 16.4
Nada kuat dan lemah dengan frekuensi yang sama

Gambar 16.5
Nada tinggi dan rendah dengan amplitudo yang sama

Sebagaimana gelombang pada umumnya, frekuensi bunyi berbanding lurus dengan cepat rambat dan berbanding terbalik dengan panjang gelombang.

$$f = \frac{v}{\lambda} \quad \text{atau} \quad v = f\lambda$$

dengan: f = frekuensi (Hz)
v = cepat rambat bunyi (m/s)
λ = panjang gelombang (m)

C. Efek Doppler

Mungkin kamu pernah mengalami saat kamu berada di pinggir jalan, tiba-tiba terdengar suara sirine ambulans. Saat ambulans itu masih jauh, suara sirine terdengar lemah. Namun, saat ambulans itu melintas di depan, kamu mendengar suara sirine bertambah tinggi (frekuensi bertambah). Dan saat ambulans meninggalkanmu, suara sirinenya melemah (frekuensi berkurang). Gejala ini disebut dengan efek Doppler. Saat sumber bunyi dan pendengar saling bergerak relatif, frekuensi bunyi yang terdengar oleh kedua belah pihak tidak sama.

Secara matematis, efek Doppler dirumuskan dengan:

$$f_p = \frac{v \pm v_p}{v \pm v_s} \cdot f_s$$

dengan:
f_p = frekuensi yang didengar oleh pendengar (Hz)
f_s = frekuensi sesungguhnya dari sumber bunyi (Hz)
v = cepat rambat bunyi (m/s)
v_f = kecepatan pendengar (m/s)
v_s = kecepatan sumber bunyi (m/s)

Tanda ± dari persamaan di atas berlaku dengan ketentuan:

1) Pendengar mendekati sumber → v_p bertanda (+)
2) Pendengar menjauhi sumber → v_p bertanda (–)
3) Sumber mendekati pendengar → v_s bertanda (–)
4) Sumber menjauhi pendengar → v_s bertanda (+)

Sahabatku, Ilmuwan

Christian Johann Doppler (1803-1853) adalah ahli fisika dan ahli matematika dari Austria. Ia dilahirkan di Salzburg. Doppler menempuh pendidikan di sana dan di Vienna. Ia adalah seorang profesor yang sukses pada sebuah Institut Teknik di Prague dan Politeknik Vienna. Selain itu, ia juga menjadi direktur Institut Fisika di Universitas Vienna pada 1850. Ia berhasil menguraikan fenomena fisika yang sekarang dikenal sebagai Efek Doppler pada 1842.

Contoh:

1. Sebuah ambulans bergerak mendekati Iman yang sedang diam di pinggir jalan dengan kecepatan 72 km/jam. Jika frekuensi dari sumber bunyi adalah

70 Hz, dan cepat rambat bunyi pada saat itu adalah 340 m/s, berapakah frekuensi bunyi yang terdengar oleh Iman?

Penyelesaian:

Diketahui: v_s = 72 km/jam

$= 72 \cdot \frac{1000}{3600}$

= 20 m/s

v_p = 0 m/s (Iman diam)

f_s = 70 Hz

v = 340 m/s

Ditanya: f_p = ?

Jawab:

$$f_p = \frac{v \pm v_p}{v \pm v_s} \cdot f_s$$

$$= \frac{340 + 0}{340 - 20} \cdot 70$$

$$= \frac{340}{320} \cdot 70 = 74{,}375$$

Jadi, frekuensi yang terdengar oleh Iman sebesar 74,375 Hz.

2. Seorang pengendara motor bergerak dengan kecepatan 20 m/s mendekati sebuah sumber suara yang bergerak dengan kecepatan 10 m/s menjauhi pengendara motor tersebut. Jika frekuensi bunyi yang terdengar oleh pengendara motor adalah 74 Hz dan cepat rambat bunyi di udara adalah 340 m/s, berapakah frekuensi bunyi pada sumber suara?

Penyelesaian:

Diketahui: v_p = 20 m/s $\quad$ v_s = 10 m/s

f_s = 74 Hz $\quad$ v = 340 m/s

Ditanya: f_p = ?

Jawab:

$$f_p = \frac{v \pm v_p}{v \pm v_s} \cdot f_s$$

$$f_s = \frac{v \pm v_s}{v \pm v_p} \cdot f_p$$

$$= \frac{340 + 10}{340 + 20} \cdot 74$$

$$= \frac{350}{320} \cdot 74 = 71{,}94$$

Jadi, frekuensi bunyi pada sumber suara adalah 71,94 Hz.

Menguji Diri

1. Sebuah sumber suara yang diam mengeluarkan bunyi dengan frekuensi 60 Hz. Bunyi tersebut terdengar oleh Anto yang berjalan menjauhi sumber suara dengan kecepatan 10 m/s. Jika cepat rambat bunyi pada saat itu adalah 340 m/s, berapakah frekuensi yang terdengar oleh Anto?
2. Diana berjalan dengan kecepatan 5 m/s menjauhi sebuah sumber suara yang berjalan dengan kecepatan 25 m/s mendekati Diana. Jika cepat rambat bunyi di udara 340 m/s, berapakah frekuensi bunyi sumber suara jika frekuensi yang terdengar Diana adalah 50 Hz?

D. Pemantulan Bunyi

Karena bunyi merupakan sebuah gelombang, maka bunyi akan mengalami pemantulan, pembiasan, dan interferensi. Pada bahasan ini kita akan membahas tentang pemantulan bunyi. Sedangkan, pembiasan dan interferensi akan dipelajari kemudian.

Untuk menyelidiki tentang pemantulan bunyi, lakukanlah percobaan sederhana berikut ini.

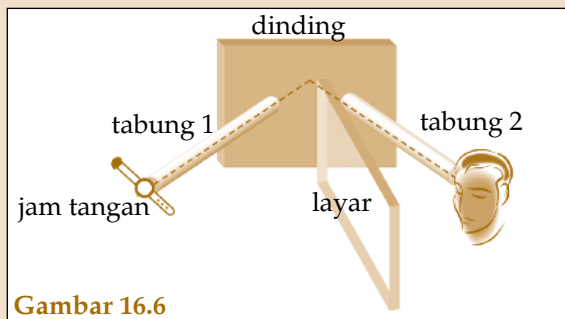
Aktivitas Siswa

Lakukan aktivitas ini secara berkelompok.

Tujuan:
Menunjukkan pemantulan bunyi dan menentukan cepat rambat bunyi.

Alat dan Bahan:
Tabung pipa, jam tangan, dan *stopwatch*.

Cara Kerja:

1. Letakkan tabung 1 dan tabung 2 pada sudut 45° dari dinding seperti pada gambar. Kemudian dekatkan jam tangan pada pipa satu dan pada saat bersamaan nyalakan *stopwatch*.

Gambar 16.6

2. Ketika kamu mendengar bunyi pantulan pada tabung dua, hentikan *stopwatch*. Catat waktu yang dihasilkan.
3. Geser posisi tabung 1 sehingga membentuk sudut 30º terhadap dinding. Kemudian, lakukan langkah (1) dan (2).
4. Geser posisi tabung 1 sehingga membentuk sudut 60º terhadap dinding. Kemudian, lakukan langkah (1) dan (2).
5. Bagaimana kesimpulanmu tentang pengamatan ini?

Karena gelombang bunyi dipantulkan oleh dinding, maka jarak tempuhnya menjadi dua kali lipat jarak antara sumber bunyi dan dinding pemantul. Jika jarak antara sumber bunyi dan dinding pemantul adalah s, maka jarak tempuh gelombang bunyi adalah $2s$.

$$v = \frac{2s}{t}$$

dengan: v = cepat rambat bunyi (m/s)
s = jarak antara sumber bunyi dan dinding pemantul (m)
t = waktu (s)

1. Macam-Macam Bunyi Pantul

Berdasarkan tempat terjadinya pemantulan, terdapat tiga macam bunyi pantul, yaitu:

a. Bunyi Pantul yang Memperkuat Bunyi Asli

Bunyi pantul yang memperkuat bunyi asli terjadi jika jarak antara sumber bunyi dan dinding pemantul berdekatan. Hal inilah yang menyebabkan suara seseorang di dalam ruangan kecil terdengar lebih jelas.

b. Gaung atau Kerdam

Gaung adalah bunyi yang diperoleh dari hasil pemantulan oleh sumber bunyi yang jaraknya dengan dinding pemantul agak jauh sehingga sebagian dari bunyi pantul terdengar bersamaan dengan bunyi asli yang lain dan menyebabkan bunyi terdengar tidak jelas.

Misal:
Bunyi asli : ma - kan - be - ling
Pantul : ...... ma - kan - be - ling
Terdengar : ma .... ling

Untuk meredam terjadinya gaung pada tempat-tempat seperti bioskop, tempat hiburan, gedung pertemuan, studio musik, dan sebagainya, maka dipasangkan lapisan peredam bunyi pada dinding-dinding ruangan tersebut. Lapisan peredam ini biasanya terbuat dari bahan karton, gabus, wol, dan busa karet, yaitu bahan-bahan lunak untuk mengurangi terjadinya pemantulan bunyi.

c. Gema

Gema adalah bunyi yang diperoleh dari pemantulan dimana jarak antara sumber bunyi dan dinding pemantul sangat jauh sehingga keseluruhan bunyi pantul dapat terdengar setelah bunyi asli. Misalnya, bunyi pantul orang yang berteriak di lereng bukit.

E. Sifat-Sifat Gelombang Bunyi dan Kehidupan Manusia

Sifat-sifat gelombang bunyi, seperti sifat pemantulan, nada, dan frekuensi ultrasonik, bermanfaat dalam kehidupan manusia. Dengan adanya tangga nada, umat manusia menjadi lebih "manusia". Nada-nada dilantunkan sebagai ekspresi pemikiran, motivasi, dan emosi. Dalam dunia kedokteran, frekuensi ultrasonik banyak digunakan. Mendeteksi adanya tumor, menyelidiki otak, hati, dan liver, menghancurkan batu ginjal, sampai mendeteksi janin. Tentu kita pernah mendengar apa yang disebut dengan USG (Ultrasonografi) sebagai metode untuk mendeteksi janin. Walaupun penggunaan gelombang ultrasonik kalah akurat dengan sinar-X (rontgen), namun belum pernah ditemukan hingga saat ini efek samping dari penggunaan gelombang ultrasonik dibandingkan dengan penggunaan sinar-X.

Sumber: Encarta 2005

Gambar 16.7
Foto hasil USG menunjukkan janin di dalam rahim ibunya

Penggunaan bersama-sama gelombang ultrasonik dan sifat pemantulan digunakan dalam alat yang disebut SONAR (*Sound Navigating Ranging*) bermanfaat untuk mengukur kedalaman laut, mendeteksi ranjau, kapal tenggelam, letak palung laut, dan letak kelompok ikan. Selain di laut, di darat pun gelombang ultrasonik dapat digunakan untuk mendeteksi kandungan minyak dan mineral dalam bumi.

Gambar 16.8
Mengukur kedalaman laut dengan gelombang ultrasonik

Contoh:

1. Wawan berteriak di depan sebuah tebing. Jika ia mendengar bunyi gema setelah 2 detik dan cepat rambat bunyi di udara 340 m/s, berapakah jarak antara Wawan dengan tebing?

Penyelesaian:

Diketahui: $v = 340$ m/s

$t = 2$s

Ditanya: $s = ?$

Jawab:

$$v = \frac{2s}{t}$$

$$s = \frac{v\,t}{2}$$

$$= \frac{340 \cdot 2}{2}$$

$$= 340$$

Jadi, jarak antara Wawan dengan dinding tebing adalah 340 m.

2. Sebuah kapal yang dilengkapi dengan peralatan SONAR, mendeteksi kedalaman permukaan laut 500 m. Jika waktu yang diperlukan peralatan SONAR tersebut untuk memancarkan dan menerima kembali bunyi adalah 0,7 detik, berapakah cepat rambat bunyi pada air laut?

Penyelesaian:

Diketahui: $s = 500$ m

$t = 0{,}7$ s

Ditanya: $v = ?$

Jawab:

$$v = \frac{2s}{t}$$

$$= \frac{2 \cdot 500}{0{,}7}$$

$$= \frac{1000}{0{,}7}$$

$$= 1428{,}57$$

Jadi, cepat rambat bunyi di dalam air laut adalah 1428,57 m/s.

Menguji Diri

1. Santi bertepuk tangan di depan sebuah tebing. Rentang waktu antara bunyi tepuk tangannya dengan bunyi gema adalah 5 detik. Kemudian, ia mendekati tebing sejauh 200 m. Saat ini, rentang waktu antara bunyi tepuk tangannya dan bunyi gema adalah 3 detik. Berapakah jarak antara Santi dan dinding tebing saat itu (tepukan yang kedua)?

2. Sebuah kapal laut dengan peralatan SONAR mengirimkan gelombang ultrasonik ke dasar laut dan menerimanya kembali setelah 5 detik. Jika cepat rambat bunyi di dalam air laut 1440 m/s, berapakah kedalaman laut tersebut?

Kilasan Materi

- Bunyi terjadi karena adanya getaran.
- Cepat rambat bunyi dirumuskan dengan: $v = \frac{s}{t}$.
- Nada adalah bunyi dengan frekuensi yang teratur.
- Desah (*noise*) adalah bunyi yang berfrekuensi tidak teratur.
- Frekuensi audio (*range audible*) adalah bunyi dengan frekuensi 20 Hz sampai 20.000 Hz.
- Frekuensi infrasonik adalah bunyi dengan frekuensi di bawah 20 Hz.
- Frekuensi ultrasonik adalah bunyi dengan frekuensi di atas 20.000 Hz.
- Secara matematis, efek Doppler dirumuskan dengan: $f_p = \frac{v \pm v_p}{v \pm v_s} \cdot f_s$
- Gaung adalah bunyi yang diperoleh dari hasil pemantulan oleh sumber bunyi yang jaraknya dengan dinding pemantul agak jauh sehingga sebagian dari bunyi pantul terdengar bersamaan dengan bunyi asli yang lain dan menyebabkan bunyi terdengar tidak jelas.
- Gema adalah bunyi yang diperoleh dari pemantulan dimana jarak antara sumber bunyi dan dinding pemantul sangat jauh sehingga keseluruhan bunyi pantul dapat terdengar setelah bunyi asli.

Refleksi

Setelah kamu mempelajari tentang bunyi, karya apa yang dapat kamu buat sebagai salah satu bentuk penerapan prinsip bunyi dalam kehidupan sehari-hari! Manfaat apa yang kamu peroleh setelah mempelajarinya?

Uji Kemampuan

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Bunyi dapat terjadi dikarenakan ....
   a. adanya gerakan
   b. adanya medium
   c. adanya getaran
   d. adanya getaran dan medium

2. Bunyi sebagai gelombang dapat merambat dalam medium, *kecuali* ....
   a. air
   b. zat padat
   c. udara
   d. ruang hampa

3. Jarak antara sumber bunyi dan pendengar jika cepat rambat bunyi di udara adalah 340 m/s, dan bunyi terdengar setelah 0,5 detik adalah ....
   a. 150 m c. 340 m
   b. 170 m d. 680 m

4. Rentang frekuensi suara yang dapat didengar oleh manusia adalah ....
   a. 2 Hz - 2.000 Hz
   b. 20 Hz - 20.000 Hz
   c. 200 Hz - 20.000 Hz
   d. 2000 Hz - 200.000 Hz

5. Nada C dengan frekuensi 256 Hz merambat di udara dengan cepat rambat 330 m/s. Cepat rambat nada C1 dengan frekuensi 512 Hz adalah ....
   a. 165 m/s c. 660 m/s
   b. 330 m/s d. 1320

6. Menurut efek Doppler, jika sumber bunyi mendekati pendengar, maka frekuensi bunyi yang diterima pendengar akan ....
   a. lebih kecil
   b. sama
   c. lebih besar
   d. tidak terdengar bunyi

7. Seorang penjaga pintu rel kereta mendengar suara kereta dari kejauhan dengan frekuensi 75 Hz. Kereta tersebut berjalan mendekati pintu rel dengan kecepatan 20 m/s. Jika cepat rambat bunyi di udara 340 m/s, maka frekuensi bunyi yang kereta terebut keluarkan adalah ....
   a. 68,92 Hz c. 79,69 Hz
   b. 70,59 Hz d. 81,62 Hz

8. Kuat lemahnya suatu nada bergantung kepada ....
   a. amplitudo
   b. panjang gelombang
   c. frekuensi
   d. cepat rambat

9. Efek pemantulan yang menyebabkan suara yang asli terganggu disebut ....
   a. interferensi c. gema
   b. gaung d. resonansi

10. Sebuah kapal yang dilengkapi dengan peralatan SONAR mengirimkan gelombang ke dasar laut dan diterima lagi setelah 3 detik. Jika cepat rambat bunyi di dalam air laut 1.500 m/s, maka kedalaman air laut tersebut adalah ....
    a. 500 m
    b. 1.000 m
    c. 2.250 m
    d. 4.500 m

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan efek Doppler!
2. Jelaskan bagaimana proses terjadinya gaung dan gema!
3. Sebuah mobil Formula 1 bergerak dengan kecepatan 315 km/jam mendekati Anggi yang sedang menonton di tribun penonton. Frekuensi yang terdengar oleh Anggi 124 Hz dan cepat rambat bunyi pada saat itu adalah 340 m/s. Berapakah frekuensi bunyi yang berasal dari sumber bunyi tersebut?
4. Rianti berteriak di dalam bendungan yang sedang kosong. Jarak antara Rianti dengan dinding bendungan adalah 510 m. Jika cepat rambat bunyi di udara 340 m/s, setelah berapa detikkah Rianti mendengar bunyi gema?
5. Rangga sedang menonton pertunjukan kembang api di pusat kota. Sebuah kembang api diluncurkan ke udara dengan kecepatan 36 km/jam. Ketika sampai di udara, kembang api tersebut mengeluarkan cahaya dan 1,5 detik kemudian terdengar bunyi ledakan. Jika cepat rambat bunyi di udara 340 m/s, berapakah jarak antara Rangga dengan tempat terjadinya ledakan?

Ruang Berpikir

1. Berikut ini adalah cepat rambat bunyi pada beberapa medium:
   timbal = 1.440 m/s, emas = 2.030 m/s, baja = 5.100 m/s, besi = 5120 m/s.
   Medium mana yang akan kamu pilih untuk bahan kabel telepon? Jelaskan!
2. Kita sering bercakap-cakap dengan saudara atau teman kita yang tempat tinggalnya jauh melalui *hand phone*. Mengapa kita dapat mendengar suara saudara atau teman kita tersebut melalui *hand phone*? Jelaskan!
3. Jelaskan keterkaitan antara bunyi dengan getaran dan gelombang! Diskusikanlah bersama dengan teman sebangkumu!

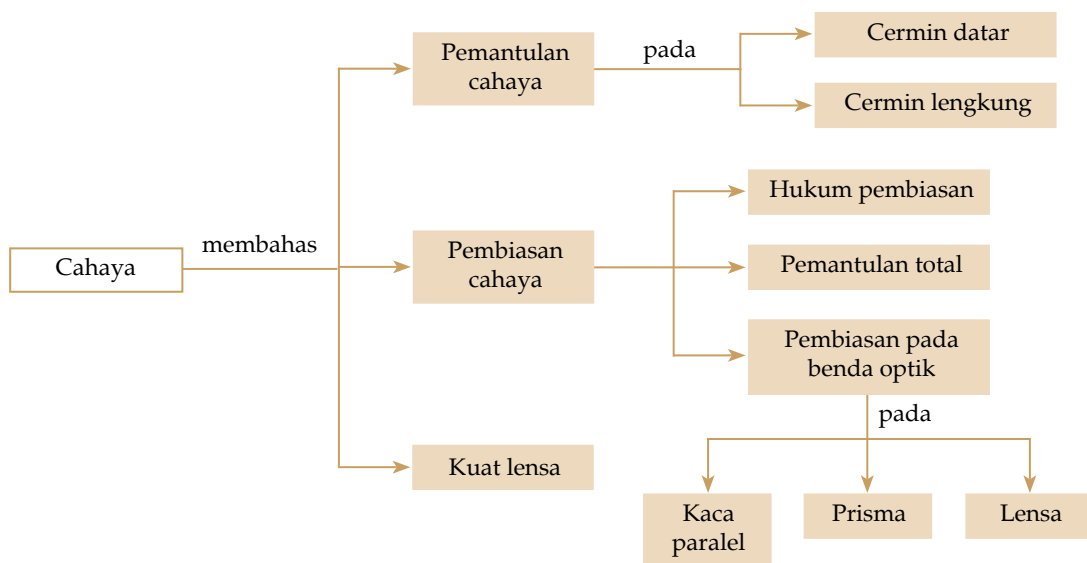
Bab 17 Cahaya

Sumber: Dokumen Penerbit

Gambar 17.1
Pensil yang dicelupkan ke dalam air

Coba kamu perhatikan Gambar 17.1. Sebatang pensil yang dicelupkan ke dalam gelas berisi air akan tampak bengkok jika dilihat dari samping gelas. Mengapa demikian? Bagaimana kaitannya dengan sifat-sifat cahaya? Apa sajakah sifat-sifat cahaya yang lainnya? Ayo pelajari bab ini agar kamu dapat menemukan jawaban dari pertanyaan-pertanyaan tersebut.

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kamu dapat mendeskripsikan sifat pemantulan cahaya pada berbagai bentuk cermin dan mendeskripsikan hukum pembiasan cahaya.

Peta Konsep

Cahaya merupakan gelombang elektromagnetik. Karenanya cahaya memiliki sifat-sifat umum dari gelombang, antara lain:

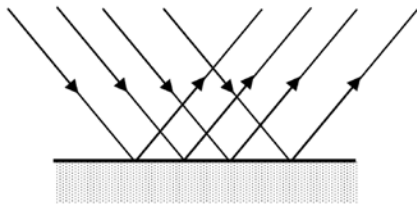
1) Dalam suatu medium homogen (contoh: udara), cahaya merambat lurus. Perambatan cahaya disebut juga sebagai sinar.
2) Pada bidang batas antara dua medium (contoh: bidang batas antara udara dan air), cahaya dapat mengalami pemantulan atau pembiasan.
3) Jika melewati celah sempit, dapat mengalami lenturan.
4) Dapat mengalami interferensi.
5) Dapat mengalami polarisasi.

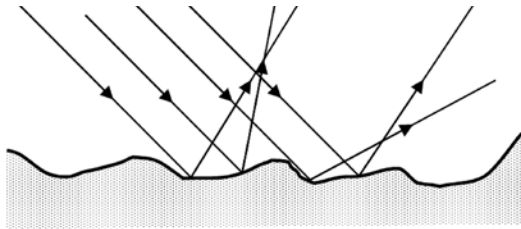
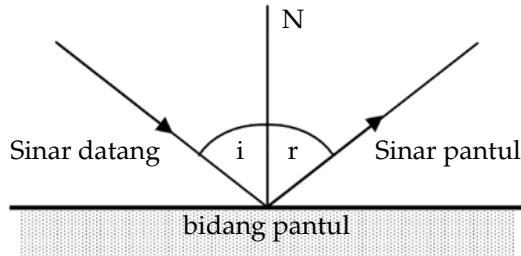
Info

Benda yang dapat memancarkan cahaya sendiri disebut sumber cahaya. Sedangkan, benda yang tidak dapat memancarkan cahaya disebut benda gelap.

Setiap benda yang dapat memancarkan cahaya sendiri disebut sumber cahaya, contohnya: matahari, bintang, lampu, lilin, dan lain-lain. Sedangkan, benda-benda yang tidak dapat memancarkan cahaya disebut benda gelap. Pada bab ini akan dibahas mengenai pemantulan dan pembiasan cahaya. Ayo cermati bersama.

A. Pemantulan Cahaya

Pemantulan cahaya oleh permukaan suatu benda bergantung pada keadaan permukaan benda tersebut. Benda dengan permukaan yang rata (contoh: cermin), memantulkan cahaya dengan teratur. Sedangkan, benda dengan permukaan yang tidak rata atau kasar, memantulkan cahaya dengan tidak teratur atau baur.

Gambar 17.2 Pemantulan teratur

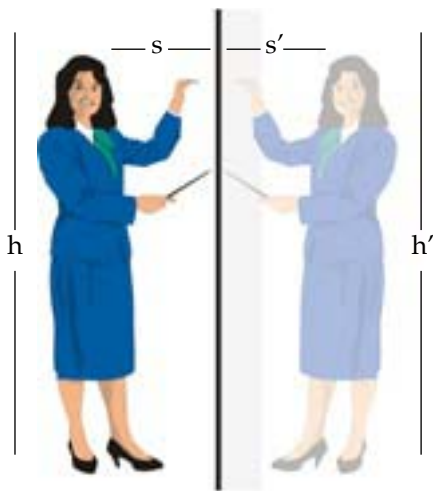
Pemantulan cahaya pada permukaan rata diamati pertama kali oleh seorang ilmuwan Belanda yang bernama **Willebrord Snellius**. Kita dapat melakukan pengamatan serupa dengan menggunakan sumber cahaya dan cermin datar yang diletakkan di atas selembar kertas putih polos. Sinar yang keluar dari sumber cahaya disebut sinar datang, sinar yang dipantulkan oleh cermin datar disebut sinar pantul, dan garis yang tegak lurus dengan cermin disebut garis normal.

Gambar 17.3 Pemantulan baur

Gambar 17.4 Pemantulan cahaya

Dari pengamatan, kita peroleh hukum pemantulan cahaya, yaitu:

1) Sinar datang, garis normal, dan sinar pantul terletak pada satu bidang datar.
2) Sudut datang (i) sama dengan sudut pantul (r).

Untuk selanjutnya, setiap ditemukan kata 'pemantulan', maka yang dimaksud adalah pemantulan teratur yang memenuhi hukum pemantulan cahaya.

Benda gelap yang dapat memantulkan hampir seluruh cahaya yang diterimanya adalah cermin. Berdasarkan bentuk permukaannya, ada dua jenis cermin, yaitu cermin datar dan cermin lengkung.

1. Pemantulan Cahaya pada Cermin Datar

Gambar 17.5
Pembentukan bayangan pada cermin datar

Pernahkah kamu memperhatikan bayangan kamu sendiri di depan cermin? Apa yang dapat kamu jelaskan tentang bayanganmu tersebut? Tentu saja bayangan kita pada cermin memiliki ukuran yang sama dengan tubuh kita. Selain itu, jarak antara tubuh kita dengan cermin sama jauh dengan jarak antara cermin dan bayangan. Bayangan kita sama persis dengan aslinya, hanya saja bayangan kita menghadap terbalik. Jika kita mengangkat tangan kanan, maka seolah-olah bayangan kita mengangkat tangan kiri. Perhatikan Gambar 17.5.

dengan:

s = jarak benda ke cermin
s′ = jarak bayangan ke cermin
h = tinggi benda
h′ = tinggi bayangan

Sifat bayangan pada cermin datar adalah sebagai berikut:

a) Bersifat semu (maya), karena bayangan yang terbentuk berada di belakang cermin. Bayangan semu (maya), yaitu bayangan yang terjadi karena pertemuan perpanjangan sinar-sinar cahaya. Sedangkan, bayangan nyata adalah

bayangan yang terjadi karena pertemuan langsung sinar-sinar cahaya (bukan perpanjangannya).

b) Tegak dan menghadap ke arah yang berlawanan terhadap cermin.

c) Tinggi benda sama dengan tinggi bayangan dan jarak benda terhadap cermin sama dengan jarak bayangan terhadap cermin.

Gambar 17.6
Bayangan yang dibentuk oleh dua cermin yang saling membentuk sudut 45°

Jika dua buah cermin diletakkan sedemikian rupa sehingga membentuk sudut tertentu dan diletakkan sebuah benda di antara kedua cermin tersebut, maka bayangan yang dibentuk oleh cermin satu merupakan benda bagi cermin yang lain. Perhatikan Gambar 17.6.

Jika sebuah benda diletakkan di antara dua buah cermin yang membentuk sudut α, maka banyaknya bayangan (n) yang dibentuk adalah:

$$n = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$$

Pada gambar di atas, banyaknya bayangan benda (bintang) yang terbentuk adalah:

$$n = \frac{360^\circ}{45^\circ} - 1$$
$$= 8 - 1$$
$$= 7 \text{ buah bayangan}$$

Contoh:

Sebuah benda diletakkan di antara dua buah cermin datar yang disusun sedemikian rupa sehingga membentuk sudut sebesar 60° satu sama lain. Berapakah jumlah bayangan benda yang terbentuk?

Penyelesaian:

Diketahui : $\alpha = 60^\circ$

Ditanya : $n = ?$

Jawab:

$$n = \frac{360^\circ}{60^\circ} - 1$$
$$= 6 - 1$$
$$= 5 \text{ buah bayangan}$$

Jadi, banyaknya bayangan yang terbentuk adalah 5 buah bayangan.

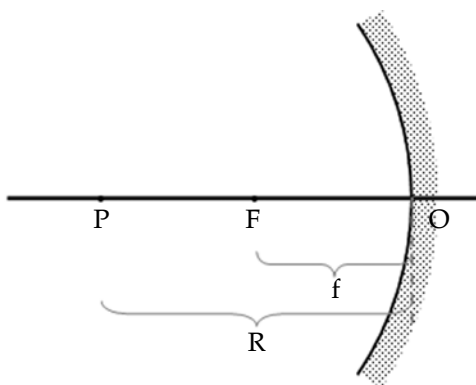
Menguji Diri

1. Dua buah cermin disusun sehingga membentuk sudut 90º. Sebuah benda diletakkan di antara kedua cermin tersebut. Coba kamu hitung banyaknya bayangan yang terbentuk!
2. Sebuah benda diletakkan di antara dua buah cermin yang disusun sedemikian sehingga membentuk sebuah sudut. Jika bayangan yang terbentuk ada 35 buah, coba kamu hitung sudut antara kedua cermin tersebut!

2. Pemantulan Cahaya pada Cermin Lengkung

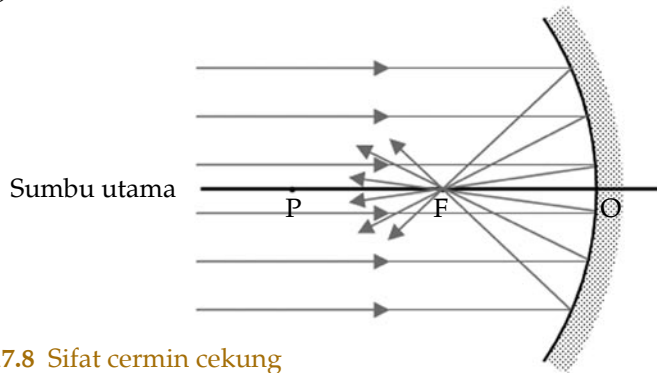
Cermin lengkung adalah cermin yang permukaan pantulnya berupa bidang lengkung. Cermin lengkung dibagi menjadi dua jenis, yaitu cermin cekung (cermin konkaf atau cermin positif) yang permukaan pantulnya merupakan bidang cekung, dan cermin cembung (cermin konveks atau cermin negatif) yang permukaan pantulnya merupakan bidang cembung. Berbeda dengan cermin datar, pada cermin lengkung, bayangan yang terbentuk bisa merupakan bayangan maya atau nyata. Selain itu, bayangan yang terbentuk dapat mengalami perbesaran. Jika perbesarannya antara 0 dan 1, maka bayangannya menjadi makin kecil. Namun, jika perbesarannya lebih dari 1, maka bayangannya menjadi makin besar.

a. Cermin Cekung

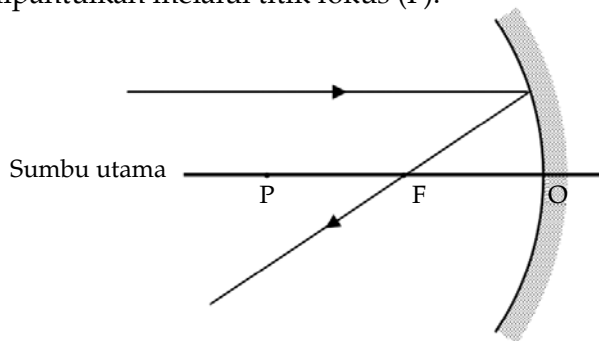
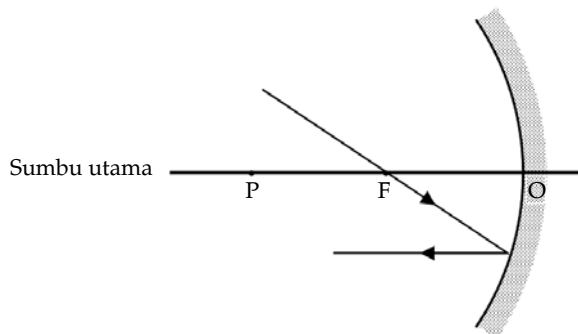
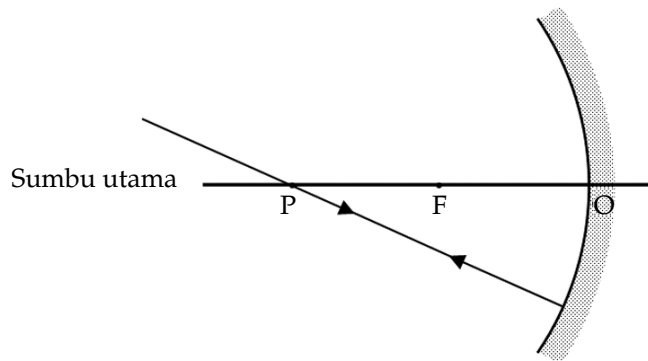
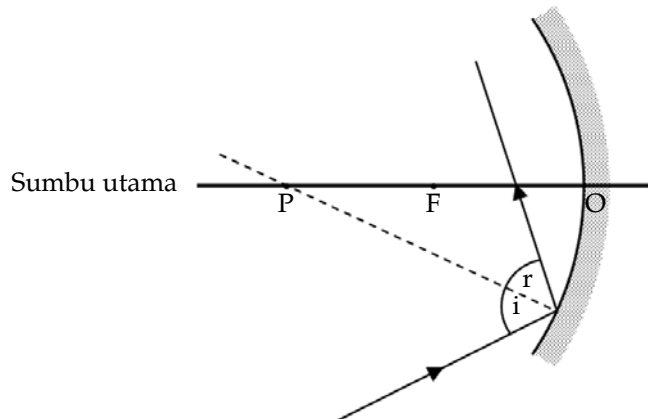
Cermin cekung mempunyai bagian-bagian yang terlihat seperti pada Gambar 17.7.

Gambar 17.7
Cermin cekung

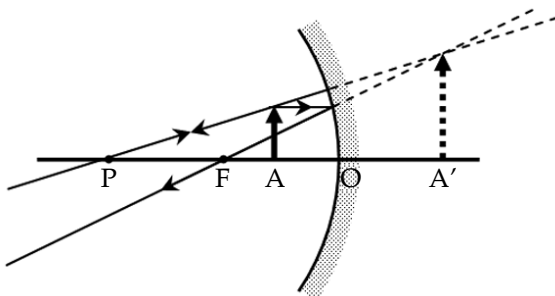
P adalah titik pusat kelengkungan cermin. O adalah titik potong sumbu utama dengan cermin cekung. *F* adalah titik fokus cermin yang berada di tengah-tengah antara titik P dan titik O. Jika R adalah jari-jari kelengkungan cermin, yaitu jarak dari titik P ke titik O dan *f* adalah jarak fokus cermin, yaitu jarak dari titik fokus cermin (*F*) ke titik O, maka berlaku hubungan:

$$f = \frac{R}{2}$$

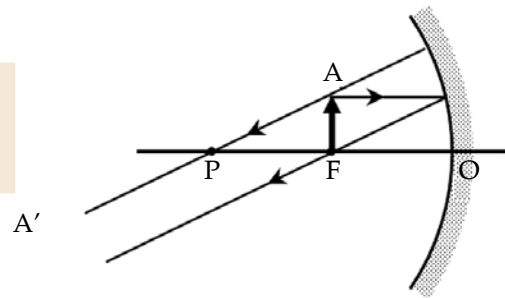
Cermin cekung memiliki sifat yang dapat mengumpulkan cahaya (konvergen). Dengan demikian, jika terdapat berkas-berkas cahaya sejajar mengenai permukaan cermin cekung, maka berkas-berkas cahaya pantulnya akan melintasi satu titik yang sama.

Gambar 17.8 Sifat cermin cekung

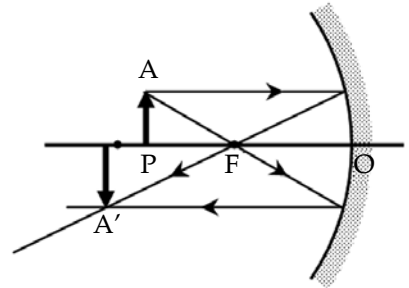
Seperti halnya pada cermin datar, pada cermin lengkung berlaku hukum pemantulan cahaya. Pada cermin cekung berlaku hukum pemantulan sinar istimewa, yaitu sebagai berikut:

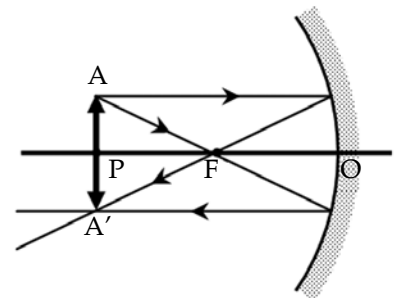
1) Berkas sinar datang sejajar dengan sumbu utama akan dipantulkan melalui titik fokus (F).

2) Berkas sinar datang melalui titik fokus (*F*) akan dipantulkan sejajar dengan sumbu utama.

3) Berkas sinar datang melalui pusat kelengkungan (P) akan dipantulkan kembali melalui pusat kelengkungan (P).

4) Berkas sinar datang dengan arah sembarang akan dipantulkan sedemikian sehingga sudut datang sama dengan sudut pantul.

Untuk membentuk bayangan sebuah benda yang terletak di depan cermin cekung, kita cukup menggunakan dua buah berkas sinar istimewa di atas. Pembentukan bayangan benda pada cermin cekung antara lain:

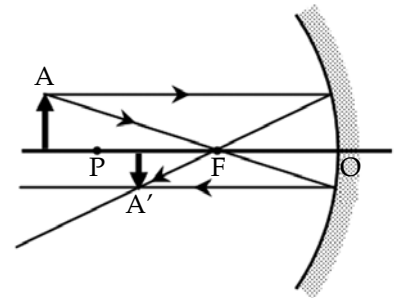
1) Benda terletak antara F dan O

Sifat bayangan yang terbentuk adalah tegak, maya, diperbesar, terletak sebelum titik O

2) Benda terletak pada titik F

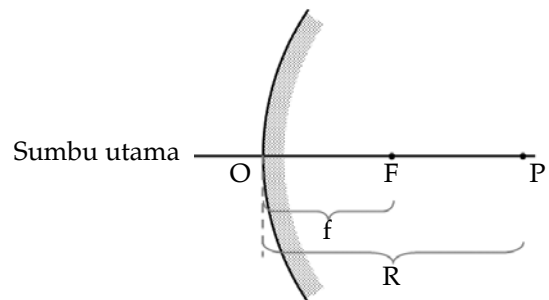
Tidak akan terbentuk bayangan atau bayangan ada di tak hingga.

3) Benda terletak antara F dan P

Sifat bayangan yang terbentuk adalah terbalik, nyata, diperbesar, terletak setelah titik P

4) Benda terletak pada titik P

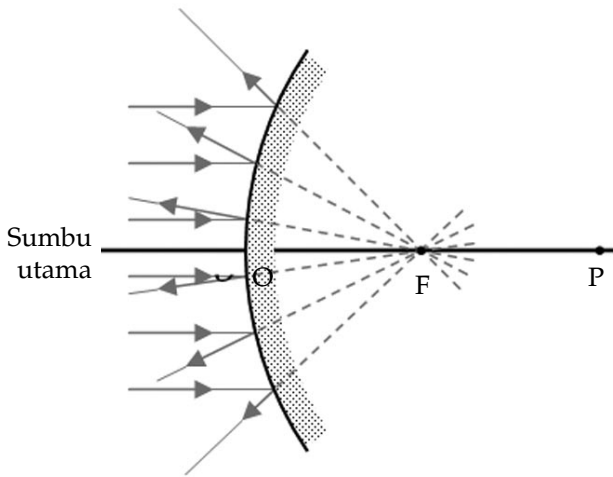
Sifat bayangan yang terbentuk adalah terbalik, nyata, sama besar, terletak pada titik P

5) Benda terletak setelah titik P

Sifat bayangan yang terbentuk adalah terbalik, nyata, diperkecil, terletak antara F dan P.

b. Cermin Cembung

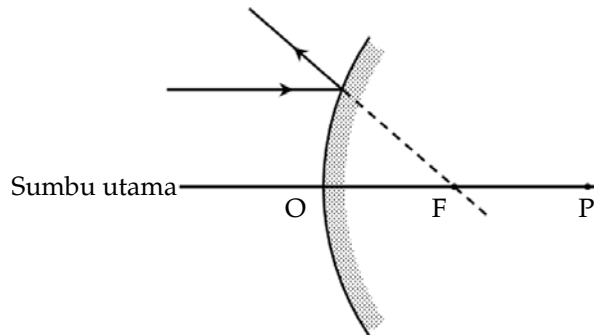
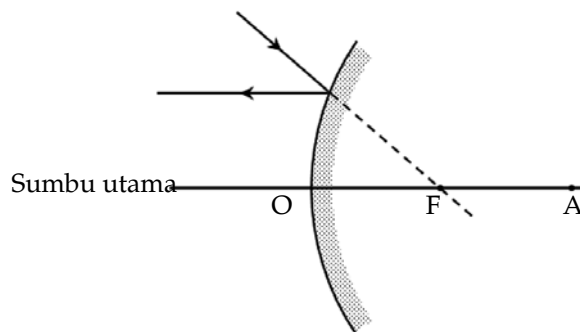
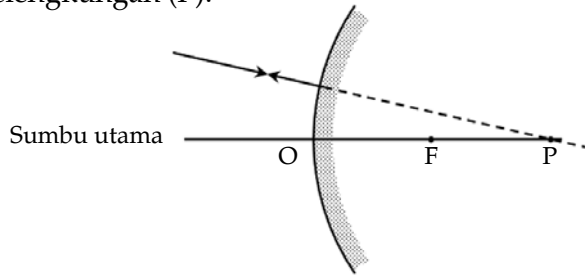
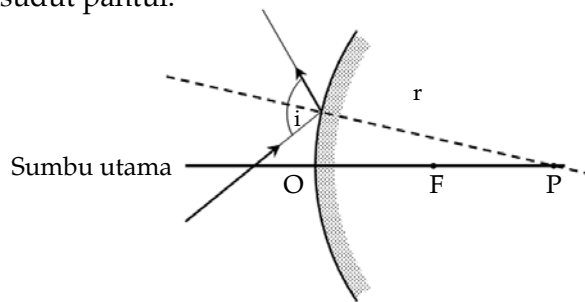
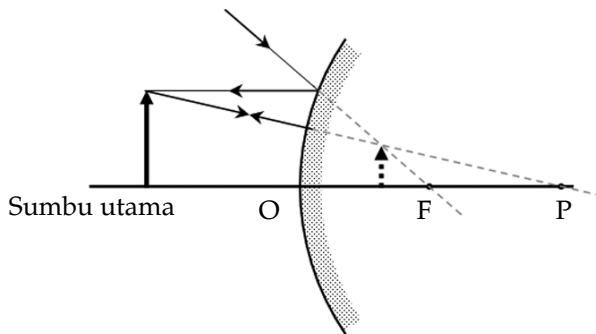
Cermin cembung mempunyai bagian-bagian yang terlihat seperti pada Gambar 17.9.

P adalah titik pusat kelengkungan cermin. O adalah titik potong sumbu utama dengan cermin cembung. F adalah titik fokus cermin yang berada di tengah-tengah antara titik P dan titik O. R adalah

Gambar 17.9 Cermin cembung

jari-jari kelengkungan cermin, yaitu jarak dari titik P ke titik O dan f adalah jarak fokus cermin.

Gambar 17.10 Sifat cermin cembung

Cermin cembung memiliki sifat yang dapat menyebarkan cahaya (divergen). Dengan demikian, jika terdapat berkas-berkas cahaya sejajar mengenai permukaan cermin cembung, maka berkas-berkas cahaya pantulnya akan disebarkan dari satu titik yang sama.

Pada cermin cembung berlaku hukum pemantulan sinar istimewa, yaitu sebagai berikut:

1) Berkas sinar datang sejajar dengan sumbu utama akan dipantulkan seolah-olah berasal dari titik fokus (F).

2) Berkas sinar datang menuju titik fokus (F) akan dipantulkan sejajar dengan sumbu utama.

3) Berkas sinar datang menuju pusat kelengkungan (P) akan dipantulkan kembali seolah-olah berasal dari pusat kelengkungan (P).

4) Berkas sinar datang dengan arah sembarang akan dipantulkan sedemikian sehingga sudut datang sama dengan sudut pantul.

Untuk membentuk bayangan sebuah benda yang terletak di depan cermin cembung, kita cukup menggunakan 2 buah berkas sinar istimewa di atas. Bayangan benda pada cermin cembung selalu berada antara titik O dan F. Perhatikan gambar berikut!

Sifat bayangan selalu tegak, maya, diperkecil, terletak di antara titik O dan titik F

3. Hubungan antara Jarak Benda, Jarak Bayangan, dan Jarak Fokus

Hubungan antara jarak benda, jarak bayangan, dan fokus adalah sebagai berikut:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

dengan: s = jarak benda ke cermin
s' = jarak bayangan ke cermin
f = jarak fokus

Karena $f = \frac{R}{2}$, maka persamaan di atas dapat ditulis:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'} \Leftrightarrow \frac{1}{R/2} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$
$$\Leftrightarrow \frac{2}{R} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

dengan: s = jarak benda ke cermin
s' = jarak bayangan ke cermin
R = jari-jari cermin

Pada cermin cekung, titik fokus (f) dan jari-jari (R) bernilai positif. Jika s' yang dihasilkan bernilai negatif, maka bayangan yang terbentuk adalah maya. Sedangkan, cermin cembung memiliki titik fokus (f) dan jari-jari (R) bernilai negatif.

Bayangan benda yang dibentuk oleh cermin cermin cekung dapat lebih besar atau lebih kecil dari ukuran bendanya. Sedangkan, bayangan yang dibentuk oleh cermin cembung selalu lebih kecil dari ukuran bendanya.

Pikirkanlah !

Mengapa bayangan benda yang dihasilkan oleh masing-masing cermin memiliki perbedaan ciri-ciri? Jelaskan!

Jika ukuran bayangan yang terbentuk lebih besar dari ukuran bendanya, maka dikatakan bayangan diperbesar. Sebaliknya, jika bayangan yang terbentuk lebih kecil dari ukuran bendanya, maka dikatakan bayangan diperkecil. Perbandingan antara tinggi bayangan dengan tinggi benda disebut perbesaran bayangan yang dirumuskan sebagai berikut:

$$M = \frac{h'}{h} = \frac{s'}{s}$$

dengan: M = perbesaran bayangan
h = tinggi benda
h' = tinggi bayangan

Contoh:

1. Sebuah benda berada 10 cm di depan cermin cekung yang memiliki jari-jari kelengkungan 100 cm. Tentukan:
   a. jarak bayangan terhadap cermin
   b. sifat bayangan

Penyelesaian:

Diketahui: s = 10 cm, R = 100 cm, f = 50 cm

a. $\frac{2}{R} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$

$\frac{1}{s'} = \frac{2}{R} - \frac{1}{s}$

$\frac{1}{s'} = \frac{2}{100} - \frac{1}{10}$

$\frac{1}{s'} = \frac{2 - 10}{100} = \frac{-8}{100}$

$s' = -\frac{100}{8} = -12{,}5$

Jadi, jarak bayangan terhadap cermin adalah 12,5 cm.

b. Karena s′ bernilai negatif, maka bayangan bersifat maya. Karena benda berada di antara titik F dan titik O, maka bayangan berada setelah titik O. Di ruang ini, bayangan tegak dan diperbesar.

2. Sebuah benda dengan tinggi 9 cm berada pada jarak 30 cm dari cermin cembung yang jari-jari kelengkungannya 30 cm. Berapakah tinggi bayangannya?

Penyelesaian:

Diketahui: h = 9 cm, s = 30 cm, R = -30 cm

$\frac{1}{s'} = \frac{2}{R} - \frac{1}{s}$

$\frac{1}{s'} = -\frac{2}{30} - \frac{1}{30}$

$\frac{1}{s'} = -\frac{3}{30}$

$s' = -\frac{30}{3} = -10$

$\frac{h'}{h} = \frac{s'}{s}$

$h' = \frac{s'}{s} \cdot h$

$h' = \frac{10}{30} \cdot 9$

$= 3$

Jadi, tinggi bayangannya = 3 cm.

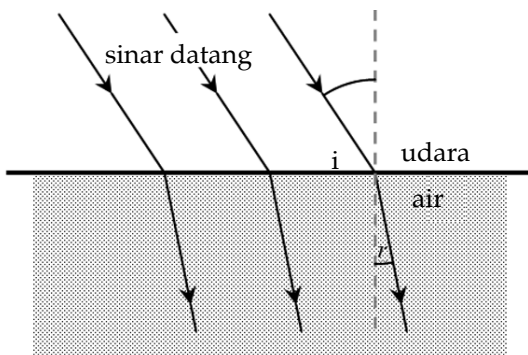
Menguji Diri

1. Sebuah benda dengan tinggi 10 cm terletak pada jarak 75 cm dari cermin cekung yang memiliki jari-jari kelengkungan 100 cm.
Tentukanlah:
   a. jarak bayangan benda
   b. tinggi bayangan benda

c. perbesaran bayangan
d. sifat-sifat bayangan
e. lukislah proses pembentukan bayangannya

2. Sebuah cermin cembung memiliki jari-jari kelengkungan 50 cm. Agar bayangan sebuah benda memiliki tinggi sepertiga dari tinggi benda sesungguhnya, berapa jarak dari benda ke cermin cembung tersebut?

B. Pembiasan Cahaya

Sebagai gelombang elektromagnetik, cahaya akan dipantulkan atau dibiaskan saat melewati bidang batas antara dua medium. Saat cahaya dari udara melewati bidang batas antara air dan udara, maka sebagian kecil dari cahaya akan dipantulkan dan sisanya akan diteruskan. Karena terdapat perbedaan kerapatan optik antara udara dan air, maka arah berkas cahaya yang datang dari udara tidak akan sama dengan arah berkas cahaya di dalam air. Karena hal tersebut, maka cahaya akan dibelokkan. Peristiwa ini disebut pembiasan. Sedangkan, rapat optik adalah sifat dari medium tembus cahaya (zat optik) dalam melewatkan cahaya.

Gambar 17.11
Pembiasan berkas sinar dari udara ke air

Kerapatan optik yang berbeda pada dua medium, menyebabkan cepat rambat cahaya pada kedua medium tersebut berbeda. Perbandingan antara cepat rambat cahaya pada medium 1 dan medium 2 disebut indeks bias. Jika medium 1 adalah ruang hampa, maka perbandingan antara cepat rambat cahaya di ruang hampa dan di sebuah medium disebut indeks bias mutlak medium tersebut.

$$n = \frac{c}{v}$$

dengan: n = indeks bias mutlak medium
c = cepat rambat cahaya di ruang hampa = $3 \cdot 10^8$ m/s
v = cepat rambat cahaya pada medium

1. Hukum Pembiasan

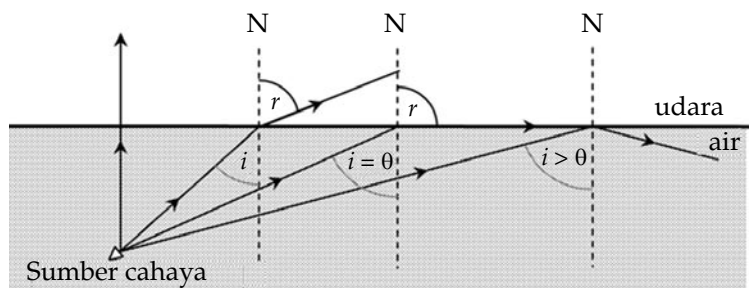
Selain pemantulan, **Willeboard Snellius** juga melakukan eksperimen-eksperimen tentang pembiasan cahaya dan ia

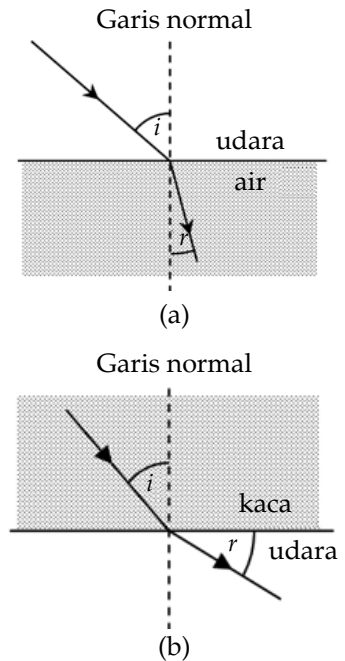
menemukan hubungan antara sinar datang dan sinar bias yang kemudian dikenal dengan Hukum Snellius, yaitu:

1) Sinar datang, garis normal, dan sinar bias terletak pada satu bidang datar.
2) a) Jika sinar datang dari medium lebih rapat menuju medium yang kurang rapat, maka sinar akan dibiaskan menjauhi garis normal.
   b) Jika sinar datang dari medium kurang rapat menuju medium yang lebih rapat, maka sinar akan dibiaskan mendekati garis normal.
3) Perbandingan sinus sudut datang (i) dengan sinus sudut bias (r) merupakan suatu bilangan tetap. Bilangan tetap inilah yang sebenarnya menunjukkan indeks bias.

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \text{konstan} = n$$

2. Pemantulan Total

Jika sinar datang dari medium lebih rapat menuju medium kurang rapat, maka sinar akan dibiaskan menjauhi garis normal. Jika sudut sinar datang kita perbesar, maka sudut bias akan makin besar pula. Suatu saat, sudut bias akan sama dengan 90º. Hal ini berarti sinar dibiaskan sejajar dengan bidang antarmedium. Jika sudut sinar datang kita perbesar lagi, maka sinar datang tidak lagi di biaskan, akan tetapi dipantulkan. Peristiwa ini yang kita sebut dengan pemantulan total atau pemantulan sempurna. Perhatikan gambar berikut ini!

Gambar 17.13 Pemantulan sempurna

Sinar datang dengan sudut i akan dibiaskan dengan sudut bias r. Jika sudut sinar datang diperbesar sampai $i = \theta$, maka sinar akan dibiaskan sejajar dengan permukaan air (karena sudut datang θ menghasilkan sudut bias 90º, maka θ disebut sudut batas). Jika sudut sinar datang lebih

Gambar 17.12 Berkas sinar pada pembiasan (a) sinar datang dari udara menuju air, (b) sinar datang dari kaca menuju udara

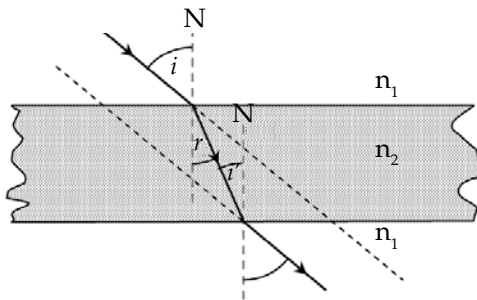
Sahabatku, Ilmuwan

Willebrord Snellius adalah seorang ahli astronomi dan ahli matematika dari Belanda. Ia menemukan sendiri hukum pembiasan pada 1620, dan sekarang hukum itu dikenal dengan nama Hukum Snellius. Hukum tersebut menyatakan bahwa sinar datang, garis normal, dan sinar bias terletak pada satu

bidang datar, dan perbandingan sinus sudut datang (*i*) dengan sinus sudut bias (*r*) merupakan suatu bilangan tetap yang disebut indeks bias.

besar daripada sudut batas, maka sinar akan dipantulkan seluruhnya oleh permukaan air kembali ke dalam air. Contoh terjadinya pemantulan total adalah kemilau berlian, fatamorgana, dan serat optik.

3. Pembiasan pada Benda Optik

Benda optik adalah benda gelap yang meneruskan hampir seluruh cahaya yang mengenainya. Contoh benda optik yang istimewa adalah kaca planpararel, prisma, dan lensa.

Gambar 17.14
Pembiasan pada kaca planparalel

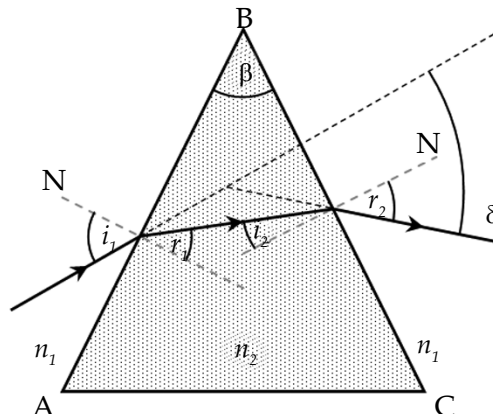
a. Pembiasan pada Kaca Planparalel

Kaca planparalel adalah benda optik yang dibatasi oleh dua bidang yang rata dan sejajar. Perhatikan Gambar 17.14.

Berkas sinar datang dari udara dengan indeks bias n_1 menuju kaca dengan indeks bias n_2 dan membentuk sudut *i*, kemudian berkas sinar dibelokkan mendekati garis normal dengan sudut *r*. Sinar lalu diteruskan menuju udara kembali dengan membentuk sudut *i'* dan dibiaskan menjauhi garis normal dengan sudut *r'*. Telihat bahwa berkas sinar yang datang dan berkas sinar yang keluar dari kaca planparalel sejajar. Sehingga dapat diperoleh:

$$i = r' \text{ dan } r = i'$$

b. Pembiasan pada Prisma

Prisma adalah benda optik yang dibatasi oleh dua bidang pembatas yang rata dan berpotongan (tidak sejajar). Perhatikan gambar irisan sebuah prisma berikut!

Gambar 17.15
Pembiasan pada prisma

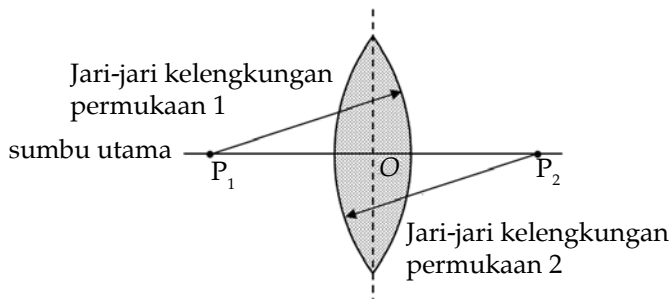
Sudut antara dua bidang sisi, disebut sudut bias (β). Sedangkan, dua ruas garis tempat sinar datang dan keluar disebut rusuk pembias (AB dan BC). Sudut antara berkas sinar datang dan berkas sinar keluar prisma disebut sudut deviasi (δ).

Hubungan antara sudut bias, sudut sinar datang, sudut sinar keluar, dan sudut deviasi adalah sebagai berikut:

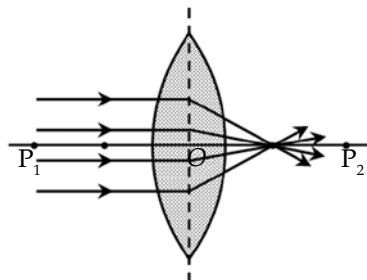
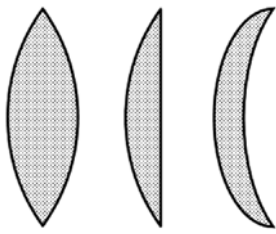
$$\delta = i_1 + r_2 - \beta$$

dengan: δ = sudut deviasi
i_1 = sudut sinar datang
r_2 = sudut sinar keluar
β = sudut bias

c. Pembiasan pada Lensa

Lensa adalah benda optik yang dibatasi oleh dua permukaan lengkung. Karena dibatasi oleh dua permukaan lengkung, maka lensa memiliki dua titik pusat dengan kelengkungan yang berbeda. Garis yang menghubungkan kedua titik tersebut dinamakan sumbu utama lensa. Titik tengah lensa pada sumbu utama disebut pusat optik lensa, dan dinyatakan dengan O. Perhatikan gambar di bawah ini!

Gambar 17.16
Lensa dengan dua titik pusat kelengkungan

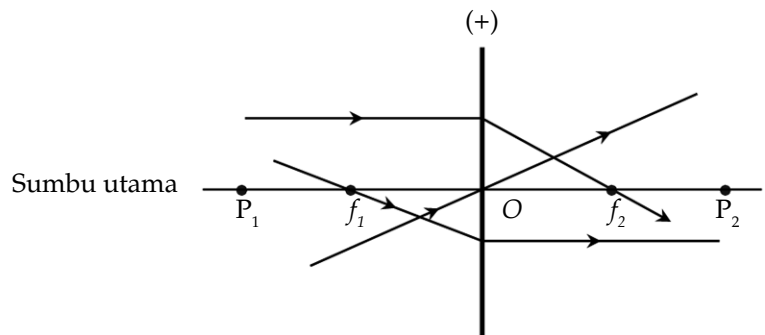
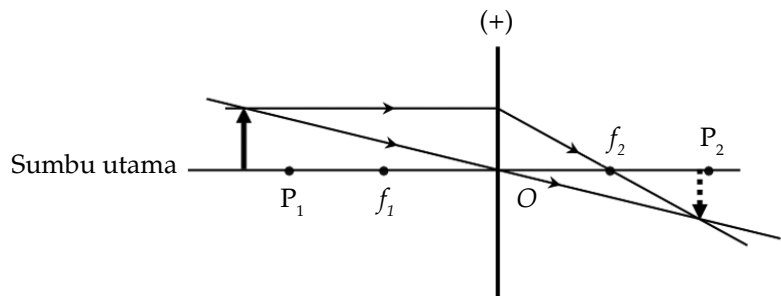
Lensa dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

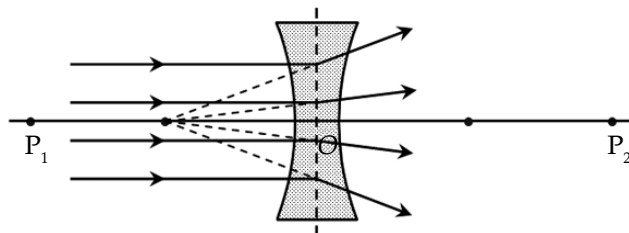
1) Lensa konvergen, yaitu lensa yang mengumpulkan berkas sinar sejajar. Disebut pula lensa cembung atau lensa positif.

Gambar 17.17
Lensa konvergen mengumpulkan berkas sinar sejajar

Gambar 17.18
Lensa bikonveks, plankonveks, dan konkaf-konveks

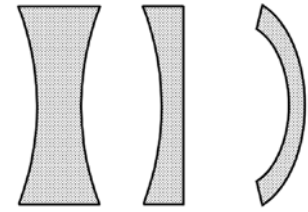
Terdapat tiga jenis lensa konvergen, yaitu lensa bikonveks (cembung-rangkap), plankonveks (cembung-datar), dan konkaf-konveks (cembung-cekung).

d. Pembentukan Bayangan Benda pada Lensa Cembung

Untuk melukis pembentukan bayangan benda pada lensa cembung dapat digunakan sinar-sinar istimewa, yaitu:

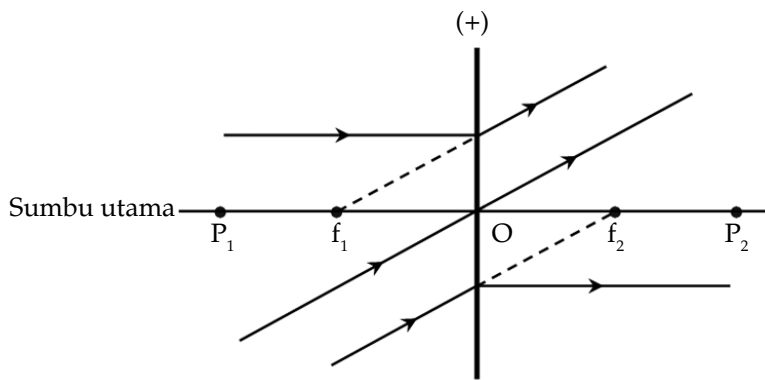
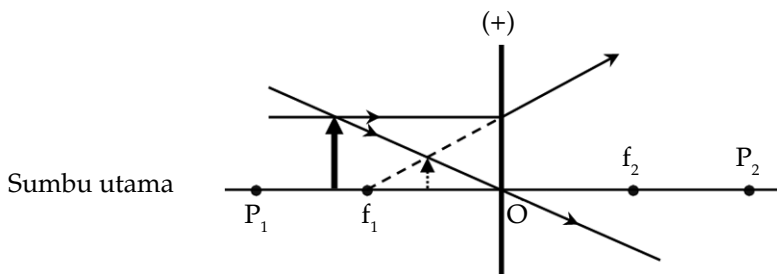
a) Berkas sinar datang yang sejajar sumbu utama, akan dibiaskan menuju titik fokus di seberang.
b) Berkas sinar datang melalui titik fokus, akan dibiaskan sejajar dengan sumbu utama.
c) Berkas sinar datang melalui titik pusat optik tidak mengalami pembiasan, akan tetapi diteruskan.

Gambar 17.19
Sinar-sinar istimewa pada lensa cembung

Gambar 17.20
Pembentukan bayangan pada lensa cembung

2) Lensa divergen, yaitu lensa yang menyebarkan berkas sinar sejajar. Disebut pula lensa cekung atau lensa negatif.

Gambar 17.21
Lensa divergen menyebarkan berkas sinar sejajar

Terdapat tiga jenis lensa divergen, yaitu lensa bikonkaf (cekung-rangkap), plankonkaf (cekung-datar), dan konveks-konkaf (cekung-cembung).

Gambar 17.22
Lensa bikonkaf, plankonkaf, konveks-konkaf

e. Pembentukan Bayangan Benda pada Lensa Cekung

Untuk melukis pembentukan bayangan benda pada lensa cekung, digunakan sinar-sinar istimewa, yaitu:

a) Berkas sinar datang yang sejajar sumbu utama akan dibiaskan seolah-olah dari titik fokus pertama.
b) Berkas sinar datang menuju titik fokus kedua akan dibiaskan sejajar dengan sumbu utama.
c) Berkas sinar datang melalui titik pusat optik tidak mengalami pembiasan, akan tetapi diteruskan.

Gambar 17.23
Sinar-sinar istimewa pada lensa cekung

Gambar 17.24
Pembentukan bayangan pada lensa cekung

f. Persamaan-Persamaan Pembiasan pada Lensa

Seperti pada cermin, pada lensa berlaku pula persamaan-persamaan yang menyatakan hubungan antara jarak benda, jarak bayangan, dan jarak fokus:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

dengan: s = jarak benda ke lensa
s′ = jarak bayangan ke lensa
f = jarak fokus lensa

Dan berlaku pula persamaan perbesaran bayangan, yaitu:

$$M = \frac{h'}{h} = \frac{s'}{s}$$

dengan: M = perbesaran bayangan
h = tinggi benda
h' = tinggi bayangan

Persamaan-persamaan di atas berlaku untuk kedua jenis lensa, baik lensa cembung maupun lensa cekung.

Contoh:

1. Sebuah benda dengan tinggi 3 cm terletak 5 cm di depan lensa cembung yang memiliki jarak fokus 12 cm. Hitunglah tinggi bayangannya!

Penyelesaian:

Diketahui: h = 3 cm
s = 5 cm
f = 12 cm

Ditanya: h′ = ?

Jawab:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{8} = \frac{1}{12} + \frac{1}{s'}$$

$$\frac{1}{s'} = \frac{1}{8} - \frac{1}{12}$$

$$= \frac{3-2}{24}$$

$$= \frac{1}{24}$$

$$s' = 24$$

Maka benda akan mengalami perbesaran sebesar:

$$M = \frac{s}{s'} = \frac{24}{12} = 2 \text{ kali}$$

Sehingga:

$$\frac{h'}{h} = 2$$

$$h' = 2 \cdot \mathrm{h} = 2 \cdot 3$$

$$h' = 6 \text{ cm}$$

Jadi, tinggi bayangannya adalah 6 cm.

2. Sebuah benda dengan tinggi 10 cm berada pada jarak 30 cm di depan lensa bikonkaf yang memiliki jarak titik fokus 25 cm. Berapakah jarak bayangan benda tersebut terhadap lensa?

Penyelesaian:

Diketahui: h = 10 cm
s = 30 cm
f = -25 cm (Pada lensa cekung, nilai f selalu negatif)

Ditanya: h' = ?

Jawab:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s} + \frac{1}{s'}$$

$$-\frac{1}{25} = \frac{1}{30} + \frac{1}{\mathrm{s}'}$$

$$\frac{1}{s'} = -\frac{1}{25} + \frac{1}{30} = \frac{-6-5}{150} = \frac{-11}{150}$$

$$s' = \frac{-150}{11} = -13{,}6$$

Jadi, benda akan berada pada jarak 13,6 cm di depan lensa cekung.

Menguji Diri

1. Sebuah benda terletak 50 cm di depan lensa cembung yang memiliki jarak titik fokus lensa 30 cm. Berapakah jarak bayangan benda dari lensa?
2. Jika sebuah benda diletakkan 5 cm di depan lensa cekung dengan jarak titik fokus 25 cm, berapakah tinggi bayangan jika tinggi benda 10 cm?
3. Agar diperoleh bayangan pada jarak 15 cm di belakang lensa bikonveks yang jarak titik fokusnya 7,5 cm, pada jarak berapakah benda harus diletakkan di depan lensa?

C. Kuat Lensa

Setiap lensa mempunyai kemampuan yang berbeda-beda dalam mengumpulkan atau menyebarkan berkas sinar. Karena itulah dikenal dimensi kuat lensa, yaitu kemampuan sebuah lensa untuk mengumpulkan atau menyebarkan berkas sinar.

Kuat lensa memiliki satuan dioptri, berbanding terbalik dengan jarak fokus lensa dalam satuan meter. Sehingga dapat merumuskan:

$$P = \frac{1}{f}$$

dengan: P = kuat lensa (dioptri)
f = jarak fokus lensa (meter)

Jadi, 1 dioptri adalah kuat lensa yang memiliki jarak fokus 1 meter.

Contoh:

1. Berapakah kekuatan lensa sebuah lensa bikonveks dengan jarak titik fokus 10 cm?

Penyelesaian:
Diketahui: f = 10 cm = 0,1 m
Ditanya: P = ?

Jawab:

$$P = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,1} = 10$$

Jadi, lensa tersebut memiliki kekuatan 10 dioptri.

2. Jika sebuah lensa bikonkaf memiliki kekuatan lensa 1,5 dioptri, berapakah jarak titik fokus lensa tersebut?

Penyelesaian:
Diketahui: P = -1,5 dioptri
Ditanya: f = ?

Jawab:

$$P = \frac{1}{f}$$

$$f = \frac{1}{P} = \frac{1}{-1,5}$$

$$= -0,67$$

Jadi, lensa tersebut memiliki jarak titik fokus lensa 0,67 m = 67 cm.

Menguji Diri

1. Sebuah lensa bikonkaf memiliki jarak titik fokus -200 cm. Berapakah kekuatan lensa tersebut?
2. Jika kekuatan sebuah lensa cembung 2 dioptri, berapakah jarak titik fokusnya?
3. Lensa bikonveks yang memiliki kekuatan 0,5 dioptri membentuk bayangan maya pada jarak 200 cm. Berapakah jarak benda tersebut?

Kilasan Materi

- Sumber cahaya adalah setiap benda yang dapat memancarkan cahaya sendiri.
- Benda gelap adalah benda-benda yang tidak dapat memancarkan cahaya.
- Benda dengan permukaan rata memantulkan cahaya dengan teratur, sedangkan benda dengan permukaan tidak rata memantulkan cahaya secara baur.
- Sinar datang, garis normal, dan sinar pantul terletak pada satu bidang datar.
- Sudut datang (i) sama dengan sudut pantul (r).
- Cermin cekung memiliki sifat yang dapat mengumpulkan cahaya (konvergen).
- Cermin cembung memiliki sifat yang dapat menyebarkan cahaya (divergen).
- Pembiasan cahaya terjadi karena terdapat perbedaan kerapatan optik.
- Indeks bias adalah perbandingan antara cepat rambat cahaya pada medium 1 dan medium 2.
- Kaca planparalel adalah benda optik yang dibatasi oleh dua bidang yang rata dan sejajar.
- Prisma adalah benda optik yang dibatasi oleh dua bidang pembatas yang rata dan berpotongan (tidak sejajar).
- Sudut deviasi (δ) adalah sudut antara berkas sinar datang dan berkas sinar keluar prisma.
- Lensa adalah benda optik yang dibatasi oleh dua permukaan lengkung.
- Kuat lensa adalah kemampuan sebuah lensa untuk mengumpulkan atau menyebarkan berkas sinar.

Refleksi

Setelah kamu mempelajari tentang cahaya, coba kamu jelaskan kembali prinsip pemantulan dan pembiasan cahaya secara singkat! Bagian mana yang belum kamu mengerti? Diskusikanlah bersama guru dan teman-temanmu! Manfaat apa yang kamu peroleh setelah mempelajarinya?

Uji Kemampuan

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Sifat-sifat bayangan yang terbentuk oleh cermin datar adalah ....
   a. nyata, tegak, dan sama besar
   b. nyata, terbalik, dan sama besar
   c. maya, tegak, dan sama besar
   d. maya, terbalik, dan diperkecil

2. Seberkas sinar sejajar sumbu utama mengenai pada cermin cekung akan ....
   a. dipantulkan seolah-olah berasal dari titik fokus
   b. dibiaskan melalui titik fokus
   c. dipantulkan melalui titik fokus
   d. dipantulkan sejajar sumbu utama

3. Jika seberkas sinar datang dari medium kurang rapat menuju medium lebih rapat, maka sinar tersebut akan ....
   a. dibiaskan mendekati garis normal
   b. dibiaskan menjauhi garis normal
   c. dipantulkan
   d. cahaya tidak dibiaskan, tetapi diteruskan

4. Seberkas sinar yang keluar dari sebuah prisma memiliki sudut 50°. Jika sudut yang dibentuk oleh perpotongan perpanjangan sinar datang dan sinar bias yang keluar dari prisma adalah 45°, maka sudut datang sinar yang menuju prisma yang memiliki sudut pembias 30° adalah ....
   a. 5°
   b. 15°
   c. 25°
   d. 35°

5. Seekor ikan yang berada dalam kolam terlihat lebih dekat dibandingkan dengan keadaan sebenarnya. Hal ini disebabkan sinar yang keluar dari air ....
   a. dibiaskan mendekati garis normal
   b. dibiaskan menjauhi garis normal
   c. dipantulkan menjauhi garis normal
   d. tidak mengalami pembiasan

6. Sebuah benda berada 20 cm di depan lensa cembung. Jika bayangan yang terbentuk berada pada jarak 10 cm, jari-jari kelengkungan yang dimiliki lensa adalah ....
   a. 6,67 cm c. -13,33 cm
   b. -6,67 cm d. 13,33 cm

7. Lensa cembung dengan jari-jari kelengkungan 24 cm memiliki kekuatan lensa sebesar ....
   a. 0,083 dioptri
   b. 8,33 dioptri
   c. 0,042 dioptri
   d. 4,2 dioptri

8. Sifat bayangan yang ingin dibentuk oleh Dani pada sebuah lensa adalah maya, tegak, dan diperkecil. Berarti Dani harus menyimpan benda di depan ....
   a. lensa cembung di antara titik fokus dan titik pusat lensa
   b. lensa cekung tepat pada titik fokus
   c. lensa cembung pada titik pusat kelengkungan
   d. lensa cekung di antara titik fokus dan pusat kelengkungan lensa

9. Kekuatan lensa yang dimiliki suatu lensa adalah +25 dioptri, maka ....
   a. lensa cembung dengan jarak fokus 25 cm
   b. lensa cekung dengan jarak fokus 4 cm
   c. lensa cembung dengan jarak fokus 4 cm
   d. lensa cekung dengan jarak fokus 25 cm

10. Sebuah benda terletak di depan lensa dengan jarak fokus 14 cm. Bayangan yang terbentuk adalah tegak dengan tinggi 4 kali semula. Jarak antara benda dan lensa adalah ....
    a. 10,5 cm
    b. 11,5 cm
    c. 15,5 cm
    d. 17,5 cm

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!

1. Jelaskan perbedaan pemantulan teratur dan pemantulan baur? Berikan contohnya!
2. Sebutkan perbedaaan sifat-sifat bayangan pada cermin datar, cermin cekung, dan cermin cembung!
3. Apa penyebab terjadinya pembiasan cahaya? Berikan contoh pembiasan cahaya dalam kehidupan sehari-hari!
4. Andi mempunyai sebuah cermin cekung yang memiliki jarak fokus 10 cm. Di manakah Andi harus meletakkan sebuah pensil jika bayangan pensil yang Andi inginkan adalah nyata dan besarnya dua kali semula?
5. Sebuah benda yang tingginya 7 cm berada di depan lensa cembung yang memiliki fokus 8 cm. Berapakah jarak benda dari lensa jika bayangan yang terbentuk nyata dengan tinggi 2 cm?

1. Jika kamu memasukkan sebatang pensil ke dalam gelas bening yang terisi oleh air, kemudian kamu melihat pensil tersebut dari luar, apa yang terlihat? Mengapa demikian? Jelaskan!
2. Jelaskan hubungan antara sifat-sifat cahaya atau sinar dengan bentuk cermin atau lensa yang dilaluinya!
3. Jika dua buah cermin diletakkan sedemikian rupa sehingga membentuk sudut 45° dan diletakkan sebuah benda di antara kedua cermin tersebut, maka bayangan yang dibentuk sebanyak 7 buah (lihat pada materi). Jika sudutnya kamu perbesar, apakah jumlah bayangannya semakin bertambah atau berkurang? Bagaimana jika sudutnya kamu buat lebih kecil lagi? Jelaskan mengapa demikian! Diskusikan dengan teman sekelompokmu!

Bab

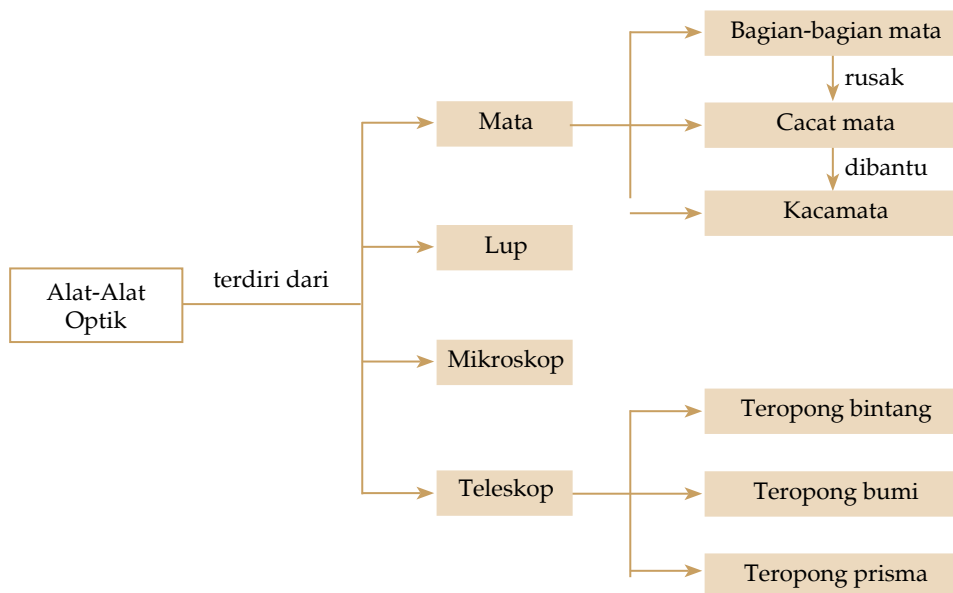
18 Alat-Alat Optik

Sumber: *www.google.com*

Gambar 18.1
Pengamatan dengan menggunakan mikroskop

Coba kamu perhatikan orang yang sedang melakukan pengamatan dengan menggunakan mikroskop. Orang tersebut menggunakan matanya dan mikroskop untuk mengamati objek penelitiannya. Mata dan mikroskop merupakan alat-alat optik. Apa yang dimaksud dengan alat optik? Apa fungsi dari masing-masing alat optik tersebut? Ayo pelajari bab ini untuk menemukan jawabannya.

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan kamu dapat mendeskripsikan pengertian alat optik, jenis-jenis alat optik, dan fungsi dari alat-alat optik tersebut.

Peta Konsep

Alat optik adalah alat yang bekerja berdasarkan pada sifat cahaya sebagai gelombang elektromagnetik, di antaranya adalah pemantulan dan pembiasan. Alat optik yang terpenting adalah mata.

Gambar 18.2
Mata adalah alat optik terpenting

Dengan mata, kita dapat melihat benda di sekitar. Pada pembahasan sebelumnya, mata dapat melihat sebuah benda karena adanya pantulan berkas cahaya dari sebuah benda yang menuju mata. Pada mata terdapat lensa yang berfungsi untuk mengatur bayangan benda agar tepat jatuh di retina. Karena mata bekerja berdasarkan pada prinsip pembiasan lensa, maka mata adalah sebuah alat optik.

A. Mata

Berikut ini adalah uraian tentang bagian-bagian mata, cacat mata, dan kacamata. Simaklah dengan baik agar kamu memahaminya.

1. Bagian-Bagian Mata

Sebagai salah satu alat optik, bagian-bagian mata bekerja berdasarkan pada sifat-sifat cahaya. Perhatikan gambar bagian-bagian mata berikut ini!

Gambar 18.3
Bagian-bagian mata

Keterangan:

(1) Kornea, merupakan lapisan terluar dari mata yang bersifat kuat dan tembus cahaya.
(2) Aqueous humor, merupakan cairan di antara kornea dan lensa mata.
(3) Lensa kristalin, lensa mata yang berperan penting mengatur letak bayangan agar tepat jatuh di bintik kuning.
(4) Iris, selaput yang membentuk celah lingkaran di tengah-tengahnya. Iris memberikan warna pada mata dan berfungsi untuk mengatur besar-kecil pupil untuk membatasi jumlah cahaya yang masuk.
(5) Pupil, celah yang dibentuk oleh iris berfungsi sebagai tempat masuk cahaya.
(6) Otot mata, otot yang menyangga lensa kristalin dan mengatur besar kecilnya lensa.
(7) Vitreus humor, cairan bening yang mengisi rongga mata.
(8) Retina, lapisan pada dinding belakang bola mata tempat bayangan dibentuk.
(9) Bintik kuning, lengkungan pada retina yang merupakan bagian yang paling peka pada retina.

Gambar 18.4
Proses pembentukan bayangan pada mata

(10) Syaraf optik, penerus rangsang cahaya dari retina ke otak.

Mata normal dapat melihat dengan jelas segala sesuatu yang berada pada jarak 25 cm di depan mata sampai di tak terhingga. Pada saat mata melihat sebuah benda yang dekat, lensa mata akan berkontraksi menjadi lebih cembung. Sedangkan pada saat melihat benda-benda di kejauhan, lensa mata berelaksasi sehingga lensa mata menjadi semakin pipih. Hal itu dilakukan agar bayangan benda tepat jatuh di daerah sekitar bintik kuning pada retina. Kemampuan lensa mata untuk berkontraksi dan berelaksasi disebut daya akomodasi mata.

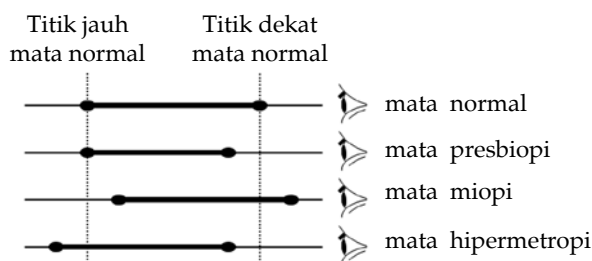
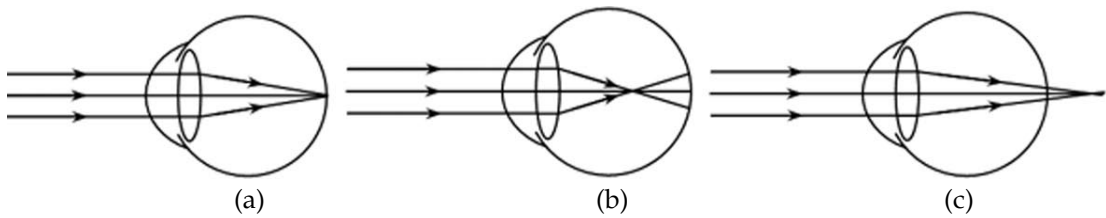
Jarak terjauh sebuah benda yang masih dapat dilihat oleh mata disebut titik jauh. Sedangkan, jarak terdekat suatu benda yang masih dapat dilihat dengan jelas oleh mata disebut titik dekat.

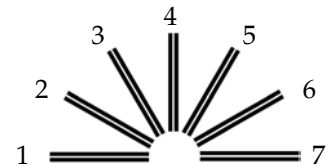
Pikirkanlah !

Jelaskan gangguan penglihatan yang terjadi pada penderita rabun dekat dan rabun jauh!

2. Cacat Mata

Cacat mata dapat terjadi jika titik jauh dan titik dekat bergeser dari titik jauh dan titik dekat pada mata normal (mata emetrop). Ada tiga macam cacat mata yang disebabkan oleh bergesernya titik jauh atau titik dekat, yaitu rabun jauh (miopi), rabun dekat (hipermetropi), dan mata tua (presbiopi).

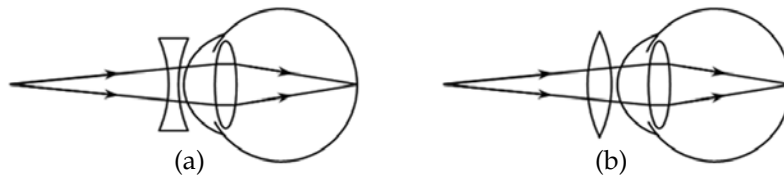
Rabun jauh terjadi jika titik jauh dan titik dekat lebih dekat dibandingkan pada mata normal yang dikarenakan lensa mata terlalu kuat dalam berakomodasi sehingga bayangan benda jatuh di depan retina. Rabun dekat terjadi jika titik jauh dan titik dekat lebih jauh dibandingkan pada mata normal yang dikarenakan lensa mata terlalu lemah berakomodasi sehingga bayangan benda jatuh di belakang retina. Sedangkan, mata tua merupakan mata normal (emetrop), namun otot-otot lensa mata tidak dapat berkontraksi dengan maksimal dikarenakan usia lanjut sehingga pada mata tua, titik dekat lebih jauh dibanding dengan mata normal dan titik jauhnya tetap berada di tak terhingga.

Gambar 18.5
Perbandingan letak titik jauh dan titik dekat pada jenis-jenis cacat mata

Gambar 18.6 Pembentukan bayangan pada mata: (a) Normal, (b) Miopi, (c) Hipermetropi

Selain dari tiga cacat mata tersebut, terdapat cacat mata yang lain yang disebut astigmatisma. Cacat mata ini terjadi karena kornea tidak berbentuk bola, namun lebih condong ke satu arah. Penderita astigmatisma tidak dapat melihat garis-garis vertikal dan horizontal secara bersamaan.

Gambar 18.7
Penderita astigmatisma tidak dapat melihat garis-garis vertikal dan horizontal secara bersamaan

3. Kacamata

Untuk membantu mereka yang cacat mata, dapat digunakan alat optik yang disebut dengan kacamata. Kacamata adalah lensa yang terbuat dari kaca untuk membantu lensa mata dalam membentuk bayangan agar tepat pada retina.

Cacat mata miopi dapat dibantu dengan kacamata lensa negatif (bikonkaf), cacat mata hipermetropi dan presbiopi dapat dibantu dengan kacamata lensa positif (bikonveks), sedangkan untuk cacat mata astigmatisma dapat dibantu dengan kacamata silindris atau kacamata toris, yaitu kacamata dengan lensa yang tidak sama kuat dalam segala arah.

Gambar 18.8
Kacamata

Gambar 18.9
Penggunaan lensa pada mata: (a) Miopi, (b) Hipermetropi

Karena pada penderita presbiopi titik jauhnya tetap, maka penderita presbiopi hanya menggunakan kacamata pada saat akan melihat benda-benda dekat. Biasanya penderita presbiopi bersamaan dengan miopi, yaitu titik dekatnya terlalu jauh dan titik jauhnya terlalu dekat. Untuk kasus seperti ini dapat digunakan kacamata bifokal, yaitu kacamata dengan menggunakan lensa positif dan negatif yang digabungkan.

Gambar 18.10
Kacamata bifokal

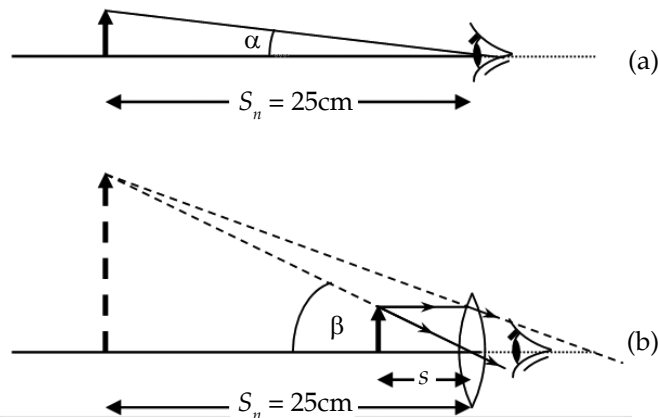
Menguji Diri

1. Jelaskan perbedaan di antara cacat mata miopi, hipermetropi, presbiopi, dan astigmatisma!
2. Seseorang tidak dapat melihat dengan jelas benda-benda yang berada lebih jauh dari 4 meter. Mengalami cacat mata apakah orang tersebut? Dapat ditolong dengan kacamata berlensa apakah orang tersebut? Jelaskan!

Gambar 18.11
Lup merupakan alat optik yang menggunakan lensa bikonveks

B. Lup

Jika kita perhatikan, buku telepon (*Yellow Pages*) ditulis dengan ukuran huruf yang sangat kecil. Untuk dapat membacanya, maka kita harus meletakkan mata kita sedekat mungkin dengan buku tersebut agar diperoleh sudut pandang yang sebesar-besarnya dan mata berakomodasi maksimum. Namun, karena titik dekat kita berada pada jarak ± 25 cm, maka kita tidak dapat meletakkan mata kita lebih dekat lagi. Karena itu digunakan sebuah alat optik yang menggunakan lensa bikonveks yang disebut lup.

Benda diletakkan di antara titik fokus lup dan titik pusat optik lup, sehingga bayangan yang terbentuk maya dan diperbesar.

Gambar 18.12
Mengamati benda dengan mata:
(a) Tanpa menggunakan lup, (b) Dengan menggunakan lup

Perbesaran anguler (M_a) pada lup dihitung dengan membandingkan antara sudut α dan sudut β:

$$M_a = \frac{\alpha}{\beta}$$

Karena benda sangat kecil, maka sudut α dan β juga kecil, maka perhitungan perbesaran anguler menjadi:

$$M_a = \frac{S_n}{S}$$

dengan: M_a = Perbesaran anguler
α = Sudut antara mata dan benda tanpa lup
β = Sudut antara mata dan benda dengan menggunakan lup
S_n = Jarak antara lensa dan bayangan benda dengan menggunakan lup (atau titik dekat mata)
= Jarak antara lensa dan benda dengan menggunakan lup

Contoh:

Agar kita memperoleh perbesaran anguler sebesar 5 kali, pada jarak berapakah sebuah lup harus ditempatkan dari benda jika titik dekat pandangan kita 25 cm!

Penyelesaian:

Diketahui: M_a = 5
S_n = 25 cm

Ditanya: S = ?

Jawab:

$$M_a = \frac{S_n}{S}$$

$$S = \frac{S_n}{M_a} = \frac{25}{5} = 5$$

Jadi, lup harus ditempatkan pada jarak 5 cm dari benda.

Menguji Diri

Seseorang memiliki jarak titik dekat 30 cm. Jika ia menempatkan lup sejauh 3 cm dari benda, berapakah perbesaran anguler yang ia dapatkan?

C. Mikroskop

Sumber: google.co.id

Gambar 18.13
Mikroskop

Untuk melihat benda dengan ukuran yang sangat kecil atau renik dapat digunakan alat optik yang disebut dengan mikroskop. Mikroskop biasanya terdapat di laboratorium-laboratorium yang digunakan untuk melihat benda berukuran renik seperti sel, hewan bersel satu (contoh: *amoeba*), dan sebagainya.

Mikroskop sederhana menggunakan dua buah lensa bikonveks. Lensa yang dekat dengan benda disebut lensa objektif, dan lensa yang dekat dengan mata disebut lensa okuler. Jarak titik fokus lensa objektif lebih kecil daripada jarak fokus lensa okuler.

Perbesaran pada lensa objektif (M_{ob}) dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$M_{ob} = \frac{S_{ob}'}{S_{ob}}$$

dengan: M_{ob} = Perbesaran lensa objektif
S_{ob} = Jarak benda terhadap lensa objektif
S_{ob}' = Jarak bayangan yang dibentuk oleh lensa objektif

Perbesaran pada lensa okuler (M_{ok}), untuk mata berakomodasi maksimum:

$$M_{ok} = \frac{S_n}{f_{ok}} + 1$$

dengan: M_{ok} = Perbesaran lensa okuler
S_n = Jarak benda terhadap lensa okuler
f_{ok} = Jarak titik fokus lensa okuler

Gambar 18.14
Pembentukan bayangan pada mikroskop

Untuk mata tidak berakomodasi, perbesaran lensa okulernya dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$M_{ok} = \frac{S_n}{f_{ok}}$$

dengan: M_{ok} = Perbesaran lensa okuler
S_n = Jarak benda terhadap lensa okuler
f_{ok} = Jarak titik fokus lensa okuler

Perbesaran total yang terjadi pada mikroskop (M) adalah:

$$M = M_{ob} M_{ok}$$

dengan: M = Perbesaran mikroskop
M_{ob} = Perbesaran lensa objektif
M_{ok} = Perbesaran lensa okuler

Contoh:

Sebuah mikroskop sederhana menggunakan lensa objektif dan lensa okuler dengan jarak titik fokus masing-masing 3 cm dan 5 cm. Jika jarak titik dekat mata pengamat 25 cm dan jarak antara kedua lensa adalah 15,17 cm, berapakah perbesaran total mikroskop jika mata berakomodasi maksimum?

Penyelesaian:

Diketahui: f_{ob} = 3 cm, f_{ok} = 5 cm, S_n = -25 cm, d = 15,17 cm

Ditanya: M = ?

Jawab:

- Perbesaran lensa okuler

$$M_{ok} = \frac{S_n}{f_{ok}} + 1$$

$$= \frac{25}{5} + 1 = 6$$

Jadi, perbesaran lensa okulernya adalah 6 kali

- Perbesaran lensa objektif

$$\frac{1}{f_{ok}} = \frac{1}{S_{ok}} + \frac{1}{S_n}$$

$$\frac{1}{S_{ok}} = \frac{1}{f_{ok}} - \frac{1}{S_n}$$

$$= \frac{1}{5} - \frac{1}{-25}$$

$$= \frac{5+1}{25}$$

$$= \frac{6}{25}$$

$$S_{ok} = \frac{25}{6} = 4{,}17$$

$$S_{ob}' = d - S_{ok}$$

$$= 15{,}17 - 4{,}17$$

$$= 10$$

$$\frac{1}{f_{ob}} = \frac{1}{S_{ob}} + \frac{1}{S_{ob}'}$$

$$\frac{1}{S_{ob}} = \frac{1}{f_{ob}} - \frac{1}{S_{ob}'}$$

$$= \frac{1}{3} - \frac{1}{10}$$

$$= \frac{10-3}{30}$$

$$= \frac{7}{30}$$

$$S_{ob} = \frac{30}{7} = 4{,}29$$

$$M_{ob} = \frac{S_{ob}'}{S_{ob}}$$

$$= \frac{10}{4{,}29}$$

$$= 2{,}33$$

Jadi, perbesaran lensa objektifnya 2,33 kali

- Perbesaran total

$M = M_{ob} \cdot M_{ok}$

$= 2{,}33 \cdot 6$

$= 13{,}98$

Jadi, perbesaran total mikroskop adalah 13,98 kali.

Menguji Diri

Jarak fokus lensa objektif dan lensa okuler sebuah mikroskop masing-masing 0,5 cm dan 5 cm. Mata mengamati objek dengan berakomodasi maksimum dan jarak kedua lensa 15 cm. Jika jarak titik dekat mata 25 cm, berapakah perbesaran angulernya?

Sumber: google.co.id

Gambar 18.15
Teleskop

Info

Teropong atau teleskop adalah alat yang digunakan untuk melihat benda-benda yang jauh agar tampak dekat dan jelas.

D. Teleskop

Teropong atau teleskop adalah alat yang digunakan untuk melihat benda-benda yang jauh agar tampak lebih dekat dan jelas.

Ada beberapa jenis teropong, yaitu teropong bintang, teropong bumi, dan teropong prisma. Berikut ini adalah uraian tentang jenis-jenis teropong.

1. Teropong Bintang

Teropong bintang sederhana terdiri dari dua buah lensa bikonveks, yaitu lensa objektif yang dekat ke benda dan lensa okuler yang dekat ke mata. Benda-benda yang diamati oleh teropong bintang adalah benda-benda yang sangat jauh (seperti bulan, planet, bintang, dan sebagainya), karena itu benda ini dianggap berada di tak terhingga.

Benda di tak hingga akan dibiaskan sehingga bayangannya berada di titik fokus lensa objektif. Karena untuk mengamati benda-benda astronomi biasanya diperlukan waktu yang lama, maka diusahakan agar mata tidak berakomodasi agar tidak mudah lelah. Agar mata tidak berakomodasi, maka bayangan dari lensa objektif harus berada tepat di titik fokus lensa okuler. Hal ini menyebabkan titik fokus lensa objektif dan titik fokus lensa okuler berimpit.

Perbesaran pada teropong bintang adalah:

$$M = \frac{f_{ob}}{f_{ok}}$$

dengan: M = Perbesaran teropong
f_{ob} = Jarak fokus lensa objektif
f_{ok} = Jarak fokus lensa okuler

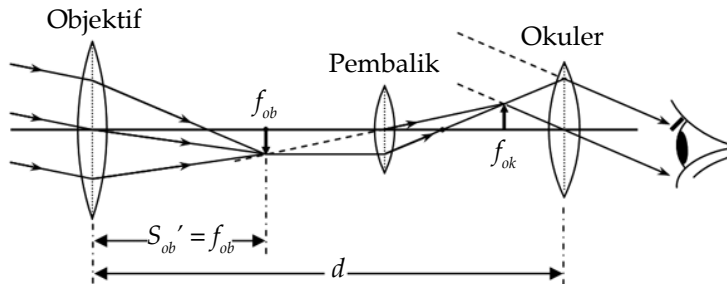
Gambar 18.16
Pembentukan bayangan pada teropong bintang atau teropong astronomi

Panjang teropong bintang adalah:

$$d = f_{ob} + f_{ok}$$

dengan: d = Panjang teropong bintang
f_{ob} = Jarak fokus lensa objektif
f_{ok} = Jarak fokus lensa okuler

2. Teropong Bumi

Teropong bumi adalah alat optik yang digunakan untuk melihat benda-benda jauh di permukaan bumi. Prinsip kerja teropong bumi sama dengan prinsip kerja teropong bintang. Hanya saja, bayangan yang terbentuk oleh teropong bintang terbalik, dan hal ini akan menyulitkan jika objek yang diamati berada di bumi. Karena itu, pada teropong bumi ditambahkan sebuah lensa bikonveks sebagai pembalik.

Gambar 18.17 Struktur teropong bumi

Perbesaran pada teropong bumi adalah:

$$M = \frac{S_{ob}'}{f_{ok}}$$

dengan: M = Perbesaran teropong bumi
S_{ob}' = Jarak bayangan benda pada lensa objektif
f_{ok} = Jarak fokus lensa okuler

Sahabatku, Ilmuwan

Roger Bacon (1214-1294) adalah ilmuwan dan ahli filsafat bahasa. Ia merupakan salah satu guru yang sangat berpengaruh pada abad ke-13. Ia dilahirkan di Ilchester, Somersetshire. Bacon menempuh studinya di Universitas Oxford dan Paris. Ia kembali ke Inggris pada 1251. Setelah itu, ia kembali lagi ke Oxford dan menetap di sana. Ia melanjutkan kembali penelitiannya di bidang ilmu kimia, ilmu optik, dan astronomi.

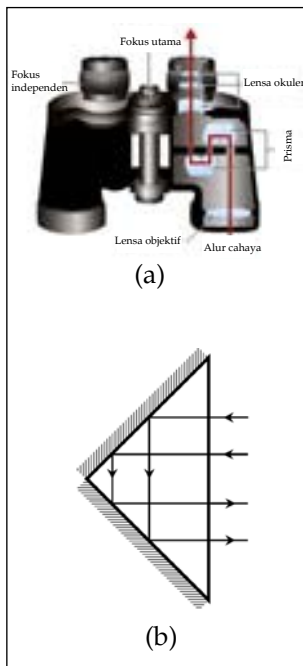
Panjang teropong bumi adalah:

$$d = S_{ob}' + 4f_p + f_{ok}$$

dengan: d = Panjang teropong bumi
S_{ob}' = Jarak bayangan benda pada lensa objektif
f_p = Jarak fokus lensa pembalik
f_{ok} = Jarak fokus lensa okuler

3. Teropong Prisma

Teropong bumi dengan lensa pembalik menjadi relatif panjang. Masalah ini dapat dipecahkan dengan menggunakan prisma sebagai pengganti lensa pembalik. Dengan demikian, teropong bumi yang menggunakan prisma sebagai pembalik disebut teropong prisma.

Teropong prisma menggunakan dua buah prisma segitiga yang berfungsi sebagai cermin dengan sudut 90°. Prisma ini membalikkan berkas sinar sehingga bayangan benda yang terbentuk sama besar dan terbalik. Selain itu, dengan menggunakan dua buah prisma, panjang teropong dapat diperpendek.

Gambar 18.18
(a) Teropong prisma
(b) Pembalikan sinar pada prisma

Contoh:

Lensa objektif sebuah teropong bintang memiliki titik fokus 3 m, sedangkan titik fokus lensa okulernya 10 cm. Jika teropong tersebut digunakan untuk mengamati benda luar angkasa tanpa berakomodasi, tentukan:

a. Perbesaran anguler teropong
b. Panjang teropong

Penyelesaian:

Diketahui: f_{ob} = 3 m = 300 cm
f_{ok} = 10 cm

a. Untuk mata tidak berakomodasi:

$$M_a = \frac{f_{ob}}{f_{ok}} = \frac{300}{10} = 30$$

Jadi, perbesaran angulernya adalah 30 kali.

b. Panjang teropong:

$$d = f_{ob} + f_{ok} = 300 + 10 = 310$$

Jadi, panjang teropong adalah 310 cm.

Menguji Diri

Seseorang mengamati benda pada jarak 500 m dengan teropong bumi yang memiliki lensa objektif dengan jarak fokus 50 cm, lensa pembalik dengan jarak fokus 5 cm, dan lensa okuler dengan jarak fokus 8 cm. Jika orang tersebut mengamati dengan mata berakomodasi maksimum pada jarak 25 cm, tentukan:

a. Panjang teropong b. Perbesaran anguler

Kilasan Materi

- Alat optik adalah alat yang bekerja berdasarkan pada sifat cahaya sebagai gelombang elektromagnetik.
- Daya akomodasi mata adalah kemampuan lensa mata untuk berkontraksi dan berelaksasi.
- Titik jauh adalah jarak terjauh sebuah benda yang masih dapat dilihat oleh mata.
- Titik dekat adalah jarak terdekat suatu benda yang masih dapat dilihat dengan jelas oleh mata.
- Cacat mata disebabkan oleh bergesernya titik jauh dan/atau titik dekat.
- Cacat mata astigmatisma terjadi karena kornea tidak berbentuk bola, namun lebih condong ke satu arah.
- Kacamata adalah lensa yang terbuat dari kaca untuk membantu lensa mata dalam membentuk bayangan agar tepat pada retina.
- Kacamata bifokal adalah kacamata yang menggunakan lensa positif dan negatif yang digabungkan.
- Lup adalah alat optik yang menggunakan lensa bikonveks.
- Lensa pada mikroskop yang dekat dengan benda disebut lensa objektif, dan lensa yang dekat dengan mata disebut lensa okuler.
- Teropong atau teleskop adalah alat yang digunakan untuk melihat benda-benda yang jauh agar tampak lebih dekat dan jelas.
- Teropong bumi adalah alat optik yang digunakan untuk melihat benda-benda jauh di permukaan bumi.
- Teropong prisma adalah teropong bumi yang menggunakan prisma sebagai pembalik

Refleksi

Setelah kamu mempelajari tentang alat optik, coba kamu jelaskan kembali jenis-jenis alat optik dan prinsip kerjanya! Bagian mana yang belum kamu mengerti? Diskusikanlah bersama guru dan teman-temanmu! Manfaat apa yang kamu peroleh setelah mempelajarinya?

Uji Kemampuan

A. Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Kemampuan mata untuk mengubah ketebalan lensa mata disebut ....
   a. *punctum proximum*
   b. *punctum remotum*
   c. daya akomodasi
   d. pupil

2. Cacat mata miopi dapat ditolong dengan menggunakan kacamata ....
   a. lensa positif
   b. lensa negatif
   c. cermin cembung
   d. cermin cekung

3. Alat optik di bawah ini yang menggunakan sebuah lensa bikonveks adalah ....
   a. mata c. teleskop
   b. lup d. mikroskop

4. Bagian dari mikroskop yang berfungsi sama dengan pupil pada mata adalah ....
   a. kondenser
   b. lensa objektif
   c. revolver
   d. diafragma

5. Lensa yang dekat dengan benda pada mikroskop disebut lensa ....
   a. objektif c. pembalik
   b. okuler d. cekung

6. Agar mata yang melihat benda menggunakan mikroskop tidak cepat lelah, maka benda harus diletakkan ....
   a. antara titik fokus dan titik pusat lensa
   b. pada titik fokus lensa
   c. antara titik pusat kelengkungan dan titik fokus lensa
   d. lebih besar dari titik pusat kelengkungan lensa

7. Bayangan yang dibentuk oleh lensa objektif pada teropong bintang adalah ....
   a. nyata, tegak, dan diperbesar
   b. nyata, terbalik, dan diperbesar
   c. maya, tegak, dan diperkecil
   d. maya, terbalik, dan diperbesar

8. Sebuah teropong bintang memiliki lensa objektif dan lensa okuler dengan jarak fokus masing-masing 5 cm dan 2 cm. Jika panjang mikroskop tersebut adalah 20 cm maka perbesaran maksimum adalah ....
   a. 2,5 kali c. 8 kali
   b. 6,5 kali d. 10 kali

9. Fungsi prisma siku-siku pada binokuler adalah ....
   a. penguat cahaya
   b. pengganti lensa okuler
   c. pengganti lensa pembalik
   d. pembias cahaya

10. Sebuah alat optik yang berguna untuk melihat benda-benda yang jauh agar tampak lebih dekat dan jelas adalah ....
    a. teleskop
    b. lup
    c. mikroskop
    d. mata

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!

1. Sebutkan bagian-bagian dari mata dan jelaskan cara kerjanya!
2. Sebutkan fungsi dari:
   a. lup
   b. mikroskop
   c. teleskop
3. Apa perbedaan antara teropong bintang, teropong prisma, dan teropong bumi?
4. Sebuah benda diletakkan 6 cm di depan sebuah lup. Jika bayangan yang terbentuk nyata pada jarak 3 cm, tentukan perbesaran lup untuk:
   a. mata berakomodasi maksimum
   b. mata tidak berakomodasi
5. Sebuah teropong bumi dengan jarak fokus lensa objektif 40 cm dan jarak fokus 3 cm digunakan Yopi untuk mengamati sebuah benda dengan mata tidak berakomodasi. Jika panjang teropong yang digunakan Yopi adalah 143 cm, tentukanlah:
   a. perbesaran teropong
   b. panjang teropong jika digunakan dengan mata berakomodasi maksimum

1. Apakah kamu dapat membaca suatu tulisan pada jarak 10 cm di depan matamu dengan jelas? Mengapa!
2. Alat optik memiliki banyak kegunaan bagi kepentingan riset di bidang astronomi dan sains. Namun, alat optik juga bermanfaat bagi kehidupan sehari-hari kita. Sebutkan manfaat yang kamu rasakan dengan adanya alat optik!
3. Jelaskan manfaat mata sebagai alat optik! Diskusikanlah dengan teman sebangkumu!

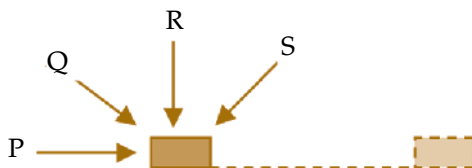
Uji Kemampuan Semester 2

A. Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1. Dua gaya F_1 = 300 N dan F_2 = 330 N memiliki titik tangkap yang sama, namun arahnya berlawanan. Maka resultan kedua gaya itu adalah ....
   a. 30 ke arah F_2
   b. 30 ke arah F_1
   c. 630 ke arah F_1
   d. 630 ke arah F_2

2. Dua buah gaya dikatakan seimbang apabila ....
   a. sama besar dan searah
   b. sama besar dan berlawanan arah
   c. tidak sama besar tetapi searah
   d. tidak sama besar dan berlawanan arah

3. Jika sebuah bola yang massanya 16 kg bergerak dengan percepatan 4 m/s^2 maka gaya yang bekerja pada bola itu adalah ....
   a. 4 N
   b. 16 N
   c. 32 N
   d. 64 N

4. Perhatikan gambar berikut!

   Usaha paling besar dilakukan oleh gaya ....
   a. P
   b. Q
   c. R
   d. S

5. Urutan perubahan energi yang terjadi pada lampu senter adalah ....
   a. kimia - cahaya - listrik
   b. listrik - cahaya - kimia
   c. kimia - listrik - cahaya
   d. listrik - kimia - cahaya

6. Perhatikan gambar berikut!

Jika diketahui $m_2 = 3\ m_1$, dan panjang batang l = 2 m, maka agar kedua benda dalam keadaan setimbang, titik tumpu harus diletakkan pada jarak ....

a. 0,25 dari m_1
b. 0,25 dari m_2
c. 0,5 dari m_1
d. 0,5 dari m_2

7. Sebongkah kayu yang massanya 75 kg akan diangkat menuju ketinggian 50 cm. Jika g = 10 m/s^2, maka usaha yang harus dilakukan adalah ....

a. 125 J
b. 375 J
c. 1250 J
d. 3750 J

8. Sebuah balok yang massanya 2 kg diletakkan dengan alas yang menyentuh lantai adalah bidang A_1. Jika balok tersebut diletakkan dengan alas yang menyentuh lantai adalah A_2, dan $A_1 = 3A_2$, maka pernyataan berikut yang benar adalah ....

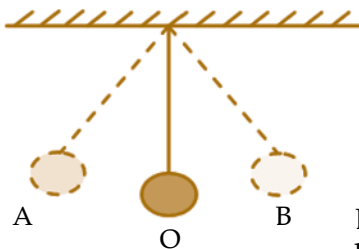
a. gaya berat balok akan menjadi tiga kalinya
b. tekanan balok akan menjadi tiga kalinya
c. tekanan balok akan berkurang sebanyak 2/3-nya
d. massa balok akan menjadi 3 kalinya

9. Sebuah kubus dengan panjang rusuk 1 m dicelupkan ke dalam air. Apabila bagian yang terendam air adalah seperempatnya dan massa jenis kubus adalah 4 g/cm^3, maka berat air yang dipindahkan kubus adalah ....

a. 1250 N
b. 2750 N
c. 4000 N
d. 5000 N

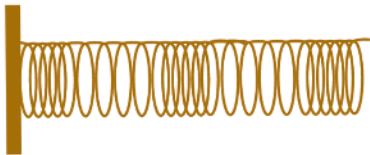
10. Jika perbandingan volume gas di kelas A dan kelas B adalah 2:3, maka perbandingan tekanan di kelas B dan kelas A adalah ....

a. 1:3
b. 2:3
c. 3:1
d. 3:2

11.

Bandul bergerak dari B - O - A - O - B - O - A, berarti bandul mengalami ....

a. satu getaran
b. satu setengah getaran
c. satu seperempat getaran
d. dua getaran

12. Gelombang air laut mendekati mercusuar dengan cepat rambat 6 m/s. Jika jarak antara dua dasar gelombang yang berdekatan adalah 3 m, maka frekuensi gelombang tersebut adalah ....
    a. 0,5 Hz
    b. 2 Hz
    c. 5 Hz
    d. 18 Hz

13. Perhatikan gambar berikut!

    Jika panjang satu gelombang pegas adalah λ, maka panjang gelombang pegas di atas adalah ....
    a. 20 l
    b. 5 l
    c. 2,5 l
    d. l

14. Suatu gelombang yang panjangnya 500 cm merambat dengan kecepatan 72 km/jam. Periode gelombang tersebut adalah ....
    a. 0,25 s
    b. 4 s
    c. 6,7 s
    d. 25 s

15. Andi mendengar bunyi petir 2 detik setelah ia melihat kilatan cahaya. Jika cepat rambat bunyi saat itu 340 m/s, maka jarak andi dari tempat terjadinya petir adalah ....
    a. $6,8 \times 10^{-2}$ m
    b. $6,8 \times 10^{-1}$ m
    c. $6,8 \times 10^{1}$ m
    d. $6,8 \times 10^{2}$ m

16. Sifat bayangan yang dibentuk oleh cermin cekung jika benda berada di antara pusat dan fokus cermin adalah ....
    a. nyata, terbalik, diperbesar
    b. nyata, terbalik, sama besar
    c. maya, terbalik, diperbesar
    d. nyata, tegak, diperbesar

17. Sebuah benda yang tingginya 20 cm diletakkan 15 cm di depan cermin cekung yang jarak fokusnya 10 cm. Jarak bayangan benda ke cermin adalah ....
    a. 15 cm
    b. 20 cm
    c. 25 cm
    d. 30 cm

18. Sebuah lensa cekung memiliki kekuatan lensa 20 dioptri. Jari-jari kelengkungan lensa tersebut adalah ....
    a. 0,05 m
    b. 0,1 m
    c. 5 m
    d. 10 m

19. Seorang penderita hipermetropi tidak dapat membaca dengan jelas pada jarak 150 cm. Kacamata yang diperlukan untuk membantunya harus mempunyai kuat lensa sebesar ....
    a. 20 dioptri
    b. 5 dioptri
    c. 0,2 dioptri
    d. 0,05 dioptri

20. Sebuah mikroskop memiliki lensa objektif dan lensa okuler dengan jarak fokus masing-masing 1,2 cm dan 2,5 cm. Jika panjang mikroskop tersebut adalah 23 cm maka perbesaran maksimum adalah ....
    a. 11 kali
    b. 179 kali
    c. 228 kali
    d. 160 kali

B. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini!

1. Jelaskan pengertian usaha dan energi! Apa perbedaan di antara keduanya?
2. Jelaskan tentang Hukum Newton!
3. Jelaskan prinsip Archimedes tentang konsep terapung, melayang, dan tenggelam!
4. Jelaskan perbedaan antara pemantulan cahaya pada cermin datar dengan pemantulan cahaya pada cermin lengkung!
5. Jelaskan fungsi alat optik bagi kehidupan manusia!

C. Merangkai Huruf

Rangkaikan huruf-huruf pada kata berikut ini sehingga menjadi sebuah kata yang ada hubungannya dengan materi semester 2 ini!

1. SAUHA
2. IRENGE
3. HCAYAA
4. PITOK
5. PROPDLE
6. NOMBLEGAG
7. WOTNEN
8. RIDHLOIK
9. PETSOKLE
10. PAMTODUIL

Glosarium

Alat optik adalah alat yang bekerja berdasarkan pada sifat cahaya sebagai gelombang elektromagnetik.

Amfiartrosis adalah bentuk hubungan antartulang oleh kartilago yang menyebabkan adanya sedikit gerakan.

Amplitudo adalah simpangan terjauh.

Anemia adalah penyakit ini disebabkan oleh kurangnya sel darah merah (eritrosit) dalam tubuh.

Anion adalah atom atau kumpulan atom yang bermuatan listrik negatif.

Anti oksidan adalah zat aditif pada makanan berupa senyawa yang mudah teroksidasi.

Apendiksitis adalah peradangan pada apendiks (umbai cacing) yang disebabkan infeksi bakteri.

Arteri adalah pembuluh darah yang mengangkut darah dari jantung ke seluruh tubuh.

Asam absisat adalah hormon yang menghambat pertumbuhan tumbuhan.

Atom adalah bagian terkecil dari suatu unsur.

Auksin adalah hormon yang berasal dari titik tumbuh tumbuhan seperti ujung tunas, kambium, bunga, buah, dan ujung akar.

Baji adalah pesawat sederhana yang menggunakan dua bidang miring yang disatukan.

Bakterisida adalah obat kimia yang digunakan untuk memberantas hama tanaman berupa bakteri dan virus.

Bejana berhubungan adalah suatu wadah atau bejana yang tidak memiliki sekat atau saling berhubungan.

Benda gelap adalah benda-benda yang tidak dapat memancarkan cahaya.

Cepat rambat gelombang adalah jarak yang ditempuh oleh gelombang selama satu detik.

Daya adalah laju dalam suatu usaha atau perubahan laju energi dari satu bentuk ke bentuk lain.

Daya akomodasi adalah kemampuan lensa untuk berkontraksi dan berelaksasi.

Depresan adalah obat yang dapat menurunkan kerja sistem saraf, menurunkan kesadaran, dan mengantuk.

Desah adalah bunyi yang berfrekuensi tidak teratur.

Diartrosis adalah hubungan antara tulang yang satu dengan tulang yang lain oleh persendian sehingga bisa bergerak dengan leluasa.

Dislokasi adalah pergeseran kedudukan sendi karena sobek atau tertariknya ligamen.

Dongkrak hidrolik adalah alat yang digunakan untuk mengangkat mobil ketika mengganti ban mobil.

Ekspirasi adalah proses menghembuskan udara.

Energi adalah kemampuan untuk melakukan suatu usaha.

Energi kinetik adalah energi yang dimiliki benda karena geraknya atau kelajuannya.

Energi mekanik adalah energi yang berkaitan dengan gerak atau kemampuan untuk bergerak.

Energi potensial adalah energi yang dimiliki benda karena posisinya.

Fotosintesis adalah proses kimia yang terjadi pada tumbuhan hijau dengan bantuan energi sinar matahari untuk membentuk gula atau karbohidrat dan oksigen, dari karbon dioksida dan air.

Frekuensi adalah banyaknya getaran dalam satu detik.

Frekuensi audio (range audible) adalah bunyi dengan frekuensi 20 Hz sampai 20.000 Hz.

Frekuensi infrasonik adalah bunyi dengan frekuensi dibawah 20 Hz.

Frekuensi ultrasonik adalah bunyi dengan frekuensi diatas 20.000 Hz.

Fungisida adalah obat kimia yang digunakan untuk memberantas hama tanaman berupa jamur atau cendawan.

Gaung adalah bunyi pantul yang terdengar bersamaan dengan bunyi asli yang lain sehingga terdengar tidak jelas.

Gaya adalah suatu dorongan atau tarikan.

Gaya gesekan adalah gaya yang timbul akibat pergeseran antara dua permukaan yang bersentuhan.

Gaya sentuh adalah gaya yang bekerja pada benda dengan titik kerjanya berada pada permukaan benda.

Gaya tak sentuh adalah gaya yang bekerja pada benda dengan titik kerjanya tidak bersentuhan dengan benda.

Gelombang adalah getaran atau energi yang merambat.

Gelombang berjalan adalah gelombang yang memindahkan energi ketika sedang merambat dari sumber usikan.

Gelombang longitudinal adalah gelombang yang arah getarannya sejajar dengan arah rambatannya.

Gelombang transversal adalah gelombang yang arah getarannya tegak lurus dengan arah rambatannya.

Gema adalah bunyi pantul yang terdengar setelah bunyi asli sehingga terdengar jelas.

Gerak endonom adalah gerak bagian tumbuhan karena disebabkan faktor dari dalam tumbuhan sendiri.

Gerak esionom adalah gerak pada tumbuhan yang dipengaruhi oleh rangsangan dari luar tumbuhan.

Gerak higroskopis adalah gerak pada tumbuhan karena disebabkan pengaruh perubahan kadar air dan pengaruh kelembapan.

Gerak nasti adalah gerak bagian tumbuhan yang tidak dipengaruhi oleh arah datangnya rangsangan.

Gerak peristaltik adalah gerakan melebar dan menyempit, bergelombang dan meremas-remas guna mendorong makanan masuk.

Gerak taksis adalah gerak perpindahan tumbuhan karena adanya rangsangan yang diterima.

Gerak tropisme adalah gerak bagian tumbuhan yang dipengaruhi arah datangnya rangsangan.

Getaran adalah peristiwa gerak bolak-balik sebuah benda terhadap suatu titik kesetimbangan.

Halusinogen adalah obat yang dapat menimbulkan halusinasi, yaitu mendengar atau melihat sesuatu yang tidak nyata.

Hama adalah hewan yang merusak bagian organ tumbuhan.

Hemofili adalah merupakan penyakit turunan, di mana darah yang keluar dari pembuluh darah tidak dapat membeku.

Herbisida adalah jenis pestisida yang digunakan untuk membasmi tanaman pengganggu (gulma).

Hernia abdominalis adalah sobeknya otot dinding perut yang lemah sehingga usus melorot masuk ke rongga perut.

Hipertensi adalah tekanan darah yang melebihi normal sehingga dapat menyebabkan pecahnya pembuluh darah dan stroke (penyumbatan pembuluh darah pada otak).

Hormon adalah senyawa organik tumbuhan yang mampu menimbulkan respons fisiologi pada tumbuhan.

Indeks bias adalah perbandingan antara cepat rambat cahaya pada medium 1 dan medium 2.

Insektisida adalah obat (bahan) kimia yang digunakan untuk memberantas hama tanaman berupa serangga.

Inspirasi adalah proses menghirup udara.

Ion adalah atom atau gabungan beberapa atom yang mempunyai muatan listrik positif atau negatif.

Jaringan adalah kumpulan sel yang mempunyai bentuk, asal, fungsi, dan struktur sama.

Jaringan dewasa adalah jaringan yang telah mengalami diferensiasi.

Jaringan epidermis adalah jaringan paling luar yang menutupi seluruh permukaan tubuh tumbuhan.

Jaringan meristem adalah jaringan muda yang bersifat embrional dan spesialisasi.

Kacamata adalah lensa yang terbuat dari kaca untuk membantu lensa mata dalam membentuk bayangan agar tepat pada retina.

Kacamata bifokal adalah kacamata yang menggunakan lensa positif dan negatif yang digabungkan.

Kaca planparalel adalah benda optik yang dibatasi oleh dua bidang yang rata dan sejajar.

Kation adalah atom atau kumpulan atom yang memiliki muatan listrik positif.

Klorosis adalah penyakit pada tumbuhan dengan gejala daun berwarna pucat karena kekurangan magnesium dan kalsium.

Kuat lensa adalah kemampuan sebuah lensa untuk mengumpulkan atau menyebarkan berkas sinar.

Lensa adalah benda optik yang dibatasi oleh dua permukaan lengkung.

Leukimia adalah merupakan penyakit yang ditimbulkan akibat adanya sel darah putih yang terlalu tinggi.

Lup adalah alat optik yang menggunakan lensa bikonveks.

Metamorfosis adalah proses perkembangan menjadi hewan dewasa yang mengalami perubahan bentuk yang berbeda dengan tahap sebelumnya.

Molekul senyawa adalah partikel terkecil dari suatu senyawa yang masih memiliki sifat yang sama dengan senyawa itu.

Nada adalah bunyi dengan frekuensi yang teratur.

Nikotin adalah racun yang terdapat pada tembakau dan dapat menimbulkan efek ketagihan serta dapat menaikan tekanan darah.

Panjang gelombang adalah jarak yang ditempuh oleh gelombang dalam satu periode.

Pemanis adalah zat yang ditambahkan kepada makanan atau minuman sehingga menimbulkan rasa manis.

Pencernaan adalah proses pemecahan makanan menjadi molekul yang lebih sederhana.

Pengawet adalah bahan kimia yang sering digunakan untuk mengawetkan makanan sehingga dapat bertahan dalam jangka waktu yang lama.

Periode adalah selang waktu yang diperlukan sebuah benda untuk melakukan satu getaran lengkap.

Perkecambahan adalah pertumbuhan awal pada tumbuhan dari biji menjadi tanaman baru.

Perkembangan adalah perubahan atau diferensiasi sel menuju keadaan yang lebih dewasa.

Pernapasan adalah proses pengambilan oksigen dari udara dan mengeluarkan karbon dioksida ke udara.

Persendian adalah jaringan penyambung antara tulang yang satu dengan tulang yang lain untuk membentuk rangka tubuh.

Pertumbuhan adalah suatu proses pertambahan ukuran, baik volume, bobot, dan jumlah sel yang bersifat irreversible (tidak dapat kembali ke asal).

Pestisida adalah sebutan untuk semua jenis obat (bahan kimia) pembasmi hama yang ditujukan

terhadap serangga, jamur, bakteri, dan hama lainnya.

Plasma darah adalah cairan berwarna kuning yang dalam reaksi bersifat sedikit alkali.

Prisma adalah benda optik yang dibatasi oleh dua bidang pembatas yang rata dan berpotongan (tidak sejajar).

Psikotropika adalah suatu zat atau obat yang dapat berpengaruh pada pikiran dan sistem saraf penggunanya.

Rakhitis adalah penyakit tulang menjadi rapuh karena kekurangan vitamin D dengan gejala tulang kaki berbentuk X atau O.

Resultan gaya adalah keseluruhan gaya yang diberikan pada suatu benda.

Sekrup adalah pesawat sederhana yang dibentuk dari bidang miring yang dililitkan mengintari sebuah batang atau silinder sebagai pusatnya sehingga terlihat sebagai spiral.

Simpangan adalah jarak antara posisi benda saat bergetar dengan posisi pada keadaan setimbang.

Sinartrosis adalah hubungan antartulang yang tidak memungkinkan adanya pergerakan.

Sistem peredaran darah adalah sistem yang berfungsi untuk mengedarkan makanan dan O_2 ke seluruh tubuh.

Stimulan adalah obat yang dapat memberikan rangsangan kepada syaraf sehingga dapat menimbulkan efek lebih percaya diri.

Sudut deviasi (d) adalah sudut antara berkas sinar datang dan berkas sinar keluar prisma.

Sumber cahaya adalah setiap benda yang dapat memancarkan cahaya sendiri.

Tar adalah zat kimia yang muncul ketika tembakau dibakar.

TBC (Tuberculosis) adalah penyakit paru-paru yang diakibatkan oleh serangan bakteri Mycobacteria tuberculosis yang menyebabkan difusi oksigen akan terganggu karena adanya bintik-bintik atau peradangan pada dinding alveolus.

Tekanan adalah besaran skalar yang menunjukkan besarnya gaya per satuan luas permukaan tempat gaya itu bekerja.

Tekanan hidrostatis adalah tekanan yang disebabkan oleh zat cair yang berada pada kedalaman tertentu.

Tekanan udara adalah gaya persatuan luas yang bekerja pada suatu bidang oleh gaya berat kolom udara yang berada di atasnya.

Teleskop adalah alat yang digunakan untuk melihat benda-benda yang jauh agar tampak lebih dekat dan jelas.

Teropong bumi adalah alat optik yang digunakan untuk melihat benda-benda jauh di permukaan bumi.

Teropong prisma adalah teropong bumi yang menggunakan prisma sebagai pembalik.

Titik dekat adalah jarak terdekat suatu benda yang masih dapat dilihat dengan jelas oleh mata.

Titik jauh adalah jarak terjauh sebuah benda yang masih dapat dilihat oleh mata.

Tuas atau pengungkit adalah sebuah batang yang dapat diputar di sekitar titik tumpu.

Usaha adalah suatu gaya yang dilakukan pada sebuah benda dan menyebabkan benda itu bergerak.

Varises adalah pelebaran pembuluh darah (vena).

Vena adalah pembuluh darah yang mengangkut darah dari seluruh tubuh ke jantung.

Zat adiktif adalah zat yang dapat menyebabkan efek ketagihan bagi pemakainya.

Zat aditif adalah zat-zat tambahan yang digunakan pada makanan dengan tujuan tertentu.

Indeks

Alat optik 247, 248, 250, 259, 251, 253, 256, 258, 260

Alkohol 135, 136, 137, 138, 140, 141

Amfiartrosis 24, 25, 34, 35

Amplitudo 198, 199, 201, 203, 206, 207, 208

Anemia 64, 66, 67

Anion 99, 100, 104, 105, 106

Anti oksidan 121, 128, 129, 130

Apendiksitis 43, 44,

Asam absisat 6, 18, 19,

Atom 96, 97, 98, 99, 100, 101, 105, 106

Auksin 5, 6, 18, 19,

Baji 172, 174

Bakterisida 114

Bayangan 226, 229, 230, 232, 233, 239, 240, 241, 242, 246

Bejana berhubungan 177, 188, 194

Benda gelap 224, 225, 237, 244

Bidang miring 161, 168, 171, 172, 173, 174, 174, 175, 176

Boraks 125, 131

Candu 138, 141

Cepat rambat gelombang 197, 204, 205, 206, 207, 208

Daya 161, 166, 167, 168, 174, 175, 176

Daya akomodasi 249, 258, 259

Depresan 138, 140, 141

Desah 212, 220

Diartrosis 24, 25, 34, 35,

Dislokasi 31, 34,

Dongkrak hidrolik 182, 183, 194, 195

Ekspirasi 47, 48, 49, 54,

Energi 161, 163, 164, 165, 166, 167, 174, 175, 176

Energi kinetik 163, 164, 165, 174, 175

Energi mekanik 161, 163, 165, 166, 174, 175

Energi potensial 163, 164, 165, 174

Eritrosit 61, 62, 63, 64, 66, 67

Formalin 123, 125, 131

Fotosintesis 83, 84, 85, 86, 92, 93, 94

Frekuensi 197, 200, 204, 205, 206, 208

Frekuensi audio 213, 220

Fungisida 114

Gaung 217, 218, 220, 221, 222,

Gaya 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159

Gaya gesekan 147, 148, 149, 153, 155, 156, 158, 159

Gaya sentuh 149, 158, 159

Gaya tak sentuh 149, 159

Gelombang 197, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208

Gelombang berjalan 202, 206
Gelombang longitudinal 202, 203, 204, 206, 207, 208
Gelombang transversal 202, 203, 204, 206, 208
Gema 219, 220, 222
Gerak endonom 83, 86, 89, 91, 92
Gerak esionom 83, 86, 87, 91, 92, 94
Gerak higroskopis 83, 86, 89, 92,
Gerak nasti 87, 91, 92,
Gerak taksis 87, 88, 92,
Gerak tropisme 87, 92,
Gerakan peristaltik 40, 43, 44
Getaran 197, 198, 199, 201, 203, 206, 208
Halusinogen 138, 140, 141,
Hama 83, 90, 91 ,92, 94
Hemofili 64, 66, 67
Herbisida 115,
Hernia abdominalis 33, 34,
Hipertensi 64, 66,
Hormon 1, 5, 6, 18, 19
Indeks bias 235, 236, 237, 244
Infrasonik 213, 220
Insektisida 114
Inspirasi 47, 48, 49, 54
Ion 95, 96, 99, 100, 103, 104, 105, 106,
Jaringan 69, 70, 71, 72, 74,75, 76, 77, 78,
Jaringan dewasa 69, 70,79, 80, 81
Jaringan epidermis 70, 71, 80, 82
Jaringan meristem 69, 70, 72, 80,82
Kaca planparalel 237, 244
Kacamata 247, 248, 250, 251, 258, 259
Kacamata bifokal 250, 258
Kation 99, 100, 104, 105, 106
Klorofil 84, 85, 86, 92, 93
Klorosis 7, 18
Kuat lensa 223, 243, 244
Lensa 238, 239, 240, 241, 242, 243
Leukimia 64,67
Leukosit 61, 62, 66, 67
Lup 251, 252, 258, 259, 260
Metamorfosis 9, 10, 18
Molekul 96, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106
Monosodium glutamat 123, 125, 127, 129, 131
Nada 209, 212, 213, 218, 220, 221
Nikotin 135, 140, 141
Panjang gelombang 197, 204, 205, 206, 207,
Pemanis 122, 124, 125, 128, 129, 130, 131,
Pemantulan 223, 224, 227, 228, 231, 235, 236, 237, 244, 246
Pembersih 110, 118, 119, 120,
Pembiasan 223, 224, 235, 236, 237, 244, 245, 246
Pemutih 107, 110, 111, 112, 118, 119, 120
Pencernaan 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46,
Pengawet 121, 122, 125, 127, 128, 129, 130, 131,
Penyedap rasa 121, 127, 128
Periode 198, 199, 201, 204, 205, 206, 207, 208
Perkecambahan 3, 6, 18, 20
Perkembangan 1, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 17, 18, 20
Pernapasan 47, 48, 49, 50, 51, 53, 55, 56
Persendian 21, 24, 25, 30, 31, 32, 33, 34,
Pertumbuhan 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 20
Pestisida 114, 115, 116, 118, 119, 120
Pewangi 107, 108, 112, 113, 118, 119,
Pewarna 122, 125, 126, 131
Plasma darah 61, 63, 66, 67
Prisma 223, 237, 238, 244, 245

Psikotropika 133, 137, 138, 139, 140, 141, 142
Rakhitis 30, 34,
Resultan gaya 151, 152, 153, 158, 159, 160
Sekrup 172, 173, 174
Simpangan 198, 199, 202, 206, 207
Sinartrosis 24, 34, 35
Sistem peredaran darah 57, 58, 63, 64, 65, 66, 68,
Stimulan 138, 140, 141
Sudut deviasi 238, 244
Sumber cahaya 224, 236, 244
Surfaktan 109
Tar 135, 136, 140, 141
TBC (Tuberculosis) 47, 53, 54, 55
Tekanan 178, 179, 180, 181, 182, 183, 185, 186, 188, 195, 196
Tekanan hidrostatis 180, 181, 188, 194
Tekanan udara 190, 191, 192, 194, 195
Teleskop 247, 255, 258, 259, 260
Teropong bumi 247, 255, 256, 257, 258, 260
Teropong prisma 247, 255, 257, 258, 260
Titik dekat 249, 251, 252, 254, 255, 258
Titik jauh 249, 258
Trombosit 61, 62, 66, 67, 68
Tuas 161, 168, 169, 170, 174, 175, 176
Ultrasonik 213, 218, 220
Usaha 161, 162, 163, 166, 167, 168, 170, 173, 174, 175, 176
Varises 64, 66, 67,
Vena 58, 59, 60, 63, 64, 66,
Zat adiktif 133, 134, 136, 137, 141, 142
Zat aditif 121, 122, 123, 125, 128, 129, 130, 132

Daftar Pustaka

Badan Narkotika Nasional (BNN). Tersedia di internet.

Campbell, N.A., Recce, J.B., Mitchell, L.G., Taylor., M.R. 2003. *Biology Concepts & Connection, Fourth Edition*. Pearson Education, Inc. Publishing as Benjamin Cummings.

Depdiknas. 2006. *Standar Isi*. Jakarta: BSNP.

Hermana, Maman. 2004. Sains Fisika. Jakarta: Piranti Darma Kalokatama.

http://www.google.co.id

Lutfi. 2004. *Sains Kimia SMP Kelas 7*. Jakarta: Esis.

Microsoft Encarta Reference Library 2005

Mutiara, Tia, dkk. 2008. *Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMK dan MAK Kelas X*. Jakarta: Erlangga.

Subandi, dkk. 2005. *Sains Kimia untuk SMP*. Malang: Penerbit Universitas Negeri Malang.

Sudibyo, Elok, dkk. 2003. *Fisika*. Jakarta: Departeman Pendidikan Nasional.

Sutresna, Nana. 2004. *Sains Kimia untuk SMP Kelas III*. Bandung: Grafindo Media Pratama.

Tim Penulis BSDM. 2007. *Penelitian Ilmiah bagi Pemula*. Jakarta: Grafika Utama.

Wilardjo, Liek, dkk. 2003. *Kamus Fisika*. Jakarta: Balai Pustaka.

www.icarelasikcenter.com

www.medicastore.com

www.naturalnusantara.co.id

Kunci Jawaban

Uji Kemampuan Bab 1

1. b
2. d
3. c
4. c
5. d
6. d
7. d
8. b
9. c
10. b

Uji Kemampuan Bab 2

1. a
2. c
3. d
4. b
5. d
6. c
7. d
8. a
9. d
10. b

Uji Kemampuan Bab 3

1. d
2. a
3. b
4. b
5. d
6. c
7. b
8. a
9. a
10. c

Uji Kemampuan Bab 4

1. d
2. d
3. d
4. b
5. b
6. c
7. a
8. d
9. b
10. a

Uji Kemampuan Bab 5

1. b
2. c
3. d
4. d
5. a
6. b
7. b
8. a
9. b
10. d

Uji Kemampuan Bab 6

1. c
2. c
3. b
4. c
5. d
6. b
7. b
8. c
9. d
10. c

Uji Kemampuan Bab 7

1. d
2. b
3. a
4. c
5. c
6. d
7. b
8. c
9. a
10. d

Uji Kemampuan Bab 8

1. a
2. d
3. d
4. c
5. b
6. b
7. b
8. c
9. b
10. c

Uji Kemampuan Bab 9

1. b
2. c
3. a
4. b
5. b
6. c
7. a
8. b
9. c
10. c

Uji Kemampuan Bab 10

1. b
2. c
3. a
4. b
5. d
6. a
7. d
8. a
9. d
10. d

Uji Kemampuan Bab 11

1. a
2. d
3. a
4. a
5. c
6. a
7. c
8. d
9. b
10. d

Uji Kemampuan Semester 1

1. b
2. b
3. c
4. b
5. c
6. a
7. c
8. c
9. c
10. b
11. a
12. c
13. c
14. a
15. b
16. a
17. a
18. a
19. b
20. d

Uji Kemampuan Bab 12

1. c
2. d
3. b
4. a
5. d
6. a
7. b
8. d
9. d
10. a

Uji Kemampuan Bab 13

1. d
2. a
3. c
4. b
5. d
6. d
7. a
8. c
9. a
10. a

Uji Kemampuan Bab 14

1. c
2. b
3. a
4. b
5. b
6. c
7. c
8. c
9. c
10. d

Uji Kemampuan Bab 15

1. c
2. a
3. d
4. b
5. d
6. d
7. c
8. d
9. b
10. a

Uji Kemampuan Bab 16

1. d
2. d
3. b
4. b
5. c
6. c
7. b
8. a
9. b
10. c

Uji Kemampuan Bab 17

1. c
2. c
3. a
4. c
5. b
6. c
7. b
8. c
9. c
10. d

Uji Kemampuan Bab 18

1. c
2. b
3. b
4. d
5. a
6. b
7. d
8. a
9. c
10. a

Uji Kemampuan Semester 2

1. a
2. b
3. d
4. a
5. c
6. d
7. b
8. b
9. b
10. b
11. b
12. b
13. c
14. a
15. d
16. a
17. d
18. b
19. d
20. b

Alam Sekitar IPA Terpadu adalah buku yang mengkaji alam beserta isi dan kehidupannya dari berbagai sisi. Tujuannya agar kamu menjadi lebih mengenali dan memahami alam sekitarmu melalui pelajaran IPA Terpadu.

Sahabatku Ilmuwan, merupakan tokoh-tokoh yang mempunyai peranan besar bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Aktivitas Siswa, kegiatan sederhana yang dapat membantumu untuk lebih memahami konsep dan mengembangkan kreativitas.

Info, merupakan hal-hal yang harus kamu ketahui dan pahami pada bagian tersebut.

Pikirkanlah, berisi pertanyaan untuk mengembangkan kemampuan berpikir kreatifmu.

Menguji Diri, merupakan soal-soal untuk melatih kemampuanmu dalam memahami konsep yang telah dipelajari.

Kilasan Materi, merupakan rangkuman materi yang telah dipelajari pada setiap bab.

Refleksi, merupakan kilas balik dari materi yang telah dipelajari pada setiap bab.

Uji Kemampuan, berupa soal-soal untuk mengevaluasi tingkat pemahamanmu terhadap materi pada setiap bab.

Ruang Berpikir, merupakan soal-soal aplikasi, inkuiri, investigasi, pemahaman, pemecahan masalah, penalaran, dan analisis.

ISBN 978-979-068-768-4 (no. jilis lengkap)
ISBN 978-979-068-770-7

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 9 Tahun 2009 tanggal 12 Februari 2009 tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran yang Memenuhi Syarat Kelayakan untuk digunakan dalam Proses Pembelajaran.

Harga Eceran Tertinggi (HET) Rp18.518,--